ARCHIVES
DU MUSÉUM
NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE
VOLUME DU TRICENTENAIRE



SIXIÈME SÉRIE — TOME DOUZIÈME

PARIS
MASSON ET CIE, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN
1935

Ce volume a été publié en Juin 1935.

ARCHIVES

DU MUSÉUM

NATIONAL

D'HISTOIRE NATURELLE

SIXIÈME SÉRIE

NOMS

DE

MM. LES PROFESSEURS-ADMINISTRATEURS

DU

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

PAR ORDRE D'ANCIENNETÉ

L. LAPICQUE ..	Professeur honoraire	— 1911
R. VERNEAU ..	—	— 1909
BOUVIER	—	— 1895
L. MANGIN ...	—	— 1904
BOIS	—	— 1920
J. COSTANTIN .	—	— 1901

LACROIX	Professeur de Minéralogie	— 1893
M. BOULE.....	— de Paléontologie	— 1903
J. BECQUEREL.	— de Physique appliquée à l'histoire naturelle..........	— 1909
LOUIS ROULE .	— de Zoologie (Reptiles, Batraciens et Poissons)	— 1910
CH. GRAVIER .	— de Zoologie (Vers et Crustacés)	— 1917
TISSOT.	— de Physiologie générale et comparée	— 1920
GRUVEL......	— de Zoologie (Pêches et productions coloniales d'origine animale)	— 1920
LEMOINE.....	— de Géologie..................................	— 1920
R. ANTHONY..	— d'Anatomie comparée	— 1922
BOURDELLE ..	— de Zoologie (Mammifères et Oiseaux)	— 1926
FOSSE	— de Chimie appliquée aux corps organiques............	— 1928
P. RIVET	— d'Anthropologie	— 1928
CHEVALIER ...	— d'Agronomie coloniale	— 1929
HUMBERT	— de Botanique (Phanérogamie)	— 1931
JEANNEL	— de Zoologie (Entomologie)	— 1931
ALLORGE	— de Botanique (Cryptogamie)........................	— 1932
GUILLAUMIN...	— de Culture	— 1932
ACH. URBAIN..	— d'Éthologie des animaux sauvages..................	— 1934
N............	— de Physique végétale..............................	— ....
N............	— d'Anatomie comparée des végétaux fossiles et actuels.	— ....
N............	— de Zoologie (Mollusques et Zoophytes)	— ....

Source : MNHN, Paris

ARCHIVES
DU MUSÉUM
NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

PUBLIÉES

PAR MM. LES PROFESSEURS-ADMINISTRATEURS

DE CET ÉTABLISSEMENT



SIXIÈME SÉRIE TOME DOUZIÈME

PARIS

MASSON ET CIE, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1935

2795-35. — CORBEIL. RÉGIE IMP. CRÉTÉ.

Le

Muséum National d'Histoire naturelle

Monsieur PAUL LEMOINE
Directeur



BUFFON

Source : MNHN, Paris

Le

Muséum National d'Histoire naturelle

Son Histoire — Son État actuel

PREMIÈRE PARTIE

HISTORIQUE GÉNÉRAL

I. — La Fondation du Jardin du Roy (Guy de la Brosse, 1635-1641).

Dès janvier 1626, Louis XIII, à la sollicitation de Jean HÉROARD, son premier médecin, et de Guy DE LA BROSSE (fig. 1), son médecin ordinaire, avait autorisé par un édit, enregistré au Parlement le 6 juillet 1626, la fondation d'un Jardin des Plantes médicinales dans l'un des faubourgs de Paris. Il en avait assuré la surintendance à son premier médecin (7 août 1626) et à ses successeurs, avec pouvoir de choisir tous les fonctionnaires du Jardin (1).

Par lettres patentes du 8 août 1626, le Roy agrée la nomination de Guy DE LA BROSSE comme intendant.

HÉROARD est mort en 1628 avant la réalisation de ce projet. Son successeur comme premier médecin du Roy, Charles BOUVARD, auquel Louis XIII donna la seigneurie de Fourcreux (juin 1634), et Guy DE LA BROSSE le firent aboutir, et ce dernier jeta son dévolu sur le clos Coypeau, propriété des enfants et héritiers de Daniel VOISIN, où s'élevait la butte destinée à devenir le Labyrinthe actuel. Sur cette butte était édifié, jadis, un moulin, qui avait disparu dès 1609.

Le clos Coypeau (ce nom était celui de la corporation des Coupeaux, ou Bouchers) fut acheté 67 000 livres le 21 février 1633, chez CORNUEL, notaire, et un édit de 1635 confirme le contrat d'acquisition de la propriété Voisin pour l'établissement d'un Jardin des Plantes médicinales, confirme l'attribution au premier médecin du Roy, BOUVARD, et à ses successeurs, de la surintendance du Jardin, confirme également la nomination de Guy DE LA BROSSE comme intendant, crée trois offices de démonstrateurs et opérateurs pharmaceutiques pour faire la démonstration de l'intérieur des plantes, les attribue à Jacques COUSINOT, Urbain BAUDINOT et Marin CUREAU DE LA CHAMBRE, crée enfin l'office de sous-démonstrateur pour l'extérieur des plantes, et l'attribue à Vespasien ROBIN.

C'est le tricentenaire de cet édit de réalisation que nous célébrons aujourd'hui.

Le traitement du surintendant BOUVARD, cumulant avec la charge de premier médecin du Roy, n'était que de 3 000 livres; le traitement de l'intendant Guy DE LA BROSSE était de 6 000 livres ; les démonstrateurs recevaient 1 500 livres et le sous-démonstrateur 1 200 livres.

Le Budget matériel était de 4 800 livres (4 000 livres pour l'entretien du Jardin et des ustensiles ; 400 livres pour les produits nécessaires aux laboratoires, 400 livres pour le salaire des garçons de laboratoire).

Un receveur et payeur des officiers du Jardin était nommé et recevait 600 livres.

La Faculté de médecine fit opposition à cet édit (novembre-décembre 1636) : ses doyens « se constituent formellement opposans à ce que la Chymie soit enseignée dans Paris,

(1) Auparavant, la Faculté de Médecine de Paris aurait fondé, en 1597, un Jardin Botanique, tracé par Jean ROBIN. Celui-ci aurait possédé en propre un jardin de ce genre, comprenant 1 300 plantes, dont il publia le catalogue en 1601 ; son fils, Vespasien ROBIN, publia en 1624 un nouveau catalogue portant sur 1 800 plantes.

comme étant pour bonnes causes et considérations, défendue et censurée par arrêt du Parlement ». Mais elle fut déboutée le 16 octobre 1638.

Dès la promulgation de l'édit, des travaux importants furent immédiatement exécutés (concession d'eau de Rungis, etc...), et le Jardin fut ouvert en 1640. Sur la porte, actuelle-



Fig. 1. — GUY DE LA BROSSE.
Intendant du Jardin du Roy de 1635 à 1641.

ment : 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire) était écrit : « Jardin Royal des Herbes Médicinales », et cette inscription subsista jusqu'au début du XIXe siècle.

Un plan de 1636 et un autre de 1641 nous donnent l'état du Jardin à cette époque.

Au début, on cultivait 1 500 plantes et on possédait quelques objets de matière médicale. En 1636, le premier catalogue portait sur 1 800 plantes ; celui de 1641 portait sur 2 300.

II. — De la mort de Guy de la Brosse à l'arrivée de Fagon (1641-1665).

Guy DE LA BROSSE mourut le 31 août 1641 (et non pas 1643 comme on l'a écrit à tort), et fut enterré dans la chapelle de la propriété. Ultérieurement, ses cendres furent transpor-

tées dans un caveau de la Galerie de Zoologie (aile nord), où elles se trouvent encore. Comme il avait été prévu, il fut remplacé dans ses fonctions d'intendant par Michel BOUVARD DE FOURCREUX, fils de Charles BOUVARD, surintendant.

Mais la question se compliqua du fait que Louis XIII était mort le 4 mai 1643 et que Louis XVI choisit comme premier médecin VAUTIER, qui devenait de droit surintendant du Jardin du Roy, évincé de ce fait.

Charles BOUVARD obtient d'abord des lettres lui permettant de continuer à prendre la qualité de surintendant (18 décembre 1643), mais, le 14 juillet 1646, un arrêt du Conseil d'État ordonne que VAUTIER, premier médecin du Roy, sera pourvu de la surintendance sans qu'à l'avenir les sieurs BOUVARD père et fils puissent s'immiscer en la fonction des charges de surintendant et intendant. Le 15 avril 1647, intervient un « arrest de maintenue » en faveur de VAUTIER comme surintendant. D'autre part, le 17 février 1652, un arrêt du Parlement ordonne que Michel BOUVARD sera maintenu en la charge d'Intendant du Jardin du Roy, mais un arrêt du Conseil privé (30 juillet 1652) ordonne de surseoir. Un autre du 13 août 1652 casse les arrêts de la Cour et réintègre VAUTIER dans ses fonctions de surintendant et DAVISSON dans celles d'intendant, auxquelles il avait été nommé précédemment (1647) à la place de Michel BOUVARD. On se demande comment le Jardin du Roy a pu être convenablement dirigé pendant cette discussion, qui dura presque dix ans.

Le successeur de VAUTIER fut Antoine VALLOT (1652-1671). A ce moment, la tradition dit que l'on créa un enseignement non officiel, nous dirions aujourd'hui des cours libres, pour l'enseignement chimique, en faveur de Chr. GLASER et Nicolas LEFEBVRE.

En mai 1653, un édit (enregistré le 3 juillet 1653) supprime la charge d'intendant; les fonds devenus disponibles sont employés en achats de vases et médicaments.

En 1660, le Roy acquiert les vélins dessinés par Nicolas ROBERT pour le Duc d'Orléans et attache ce peintre au Jardin du Roy. Ainsi se constitue l'embryon de la Chaire d'Iconographie occupée par ROBERT (1660-1684), JOUBERT (1686-1705), et qui ne disparaîtra qu'à la mort de Van SPAENDONCK, en 1822.

En 1664, Denis JONCQUET succède à Vespasien ROBIN comme sous-démonstrateur des Plantes et publie, sous le nom de *Hortus regius*, le catalogue des plantes du Jardin.

III. — Le Jardin du Roy sous l'influence de Fagon (1665-1718).

En 1665, FAGON (fig. 2) est nommé démonstrateur en remplacement d'Urbain BAUDINOT. Il va être un grand administrateur.

En 1668 aurait été faite, en présence du Roy, la première autopsie de l'Éléphant.

Le « Jardin du Roy » commençait à attirer l'attention des Pouvoirs publics, et il parut bientôt nécessaire de régler plus complètement sa situation administrative.

L'année 1671 est une année fort importante dans l'histoire du Jardin du Roy. C'est celle de la mort de VALLOT (9 août 1671). COLBERT supprima la surintendance, de façon à se réserver la surveillance financière de l'administration du Jardin ; il laisse seulement

l'intendance au premier médecin du Roy, Antoine DAQUIN (avril 1672-1673), qui paraît avoir été un homme fort âpre. En même temps, une déclaration du Roy stabilisa dans leurs fonctions les professeurs, qui, jusque-là, dépendaient trop étroitement du surintendant. COLBERT surveilla très attentivement l'administration du Jardin, et la tradition veut qu'il



Fig. 2. — FAGON.
Intendant de 1673 à 1699. — Surintendant de 1699 à 1718.

ait fait arracher les vignes plantées sur la butte (Labyrinthe actuel) pour les remplacer par des plantes rares.

A cette même date, JONCQUET étant mort (6 septembre 1671), FAGON cumula le titre de sous-démonstrateur de Botanique avec son ancienne Chaire de Chimie.

Il semble que la plus grande partie de cette réforme se soit faite sous l'influence de FAGON, qui, à la fois intendant et titulaire de deux postes, devient extrêmement puissant.

En 1672, Moyse CHARRAS (1658-1698), «apothicaire artiste du Roy en son Jardin des Plantes Médicinales», est chargé par l'intendant D'AQUIN de faire, comme suppléant de FAGON, des leçons qu'il publie en 1676 (« Pharmacopée galénique et chimique »). On sait qu'il avait beaucoup étudié le rôle du venin des Vipères. François CUREAU DE LA CHAMBRE, nommé en 1672, est suppléé par Pierre CRESSÉ en 1673. DIONIS fait des cours libres de 1673 à 1679.

En 1673 (20 janvier), Antoine D'AQUIN obtient une importante déclaration du Roy ordonnant que : « Le premier corps criminel soit délivré au Jardin par préférence à tout autre, même aux doyen et docteurs régents de la Faculté de Médecine de Paris, nonobstant tous privilèges contraires. » La Faculté de Médecine fit opposition à cette ordonnance, qui fut néanmoins maintenue.

En 1679, DUVERNEY (né en 1648) était professeur d'Anatomie ; en 1681, il effectue la dissection d'un Éléphant.

A partir de 1680, FAGON, devenu premier médecin du Roy, se fait remplacer dans sa chaire de Chimie par Simon BOLDUC, puis par Cl. BERGER et Nicolas LÉMERI, et dans sa place de sous-démonstrateur de botanique, par Jean-Armand DE MAUVILLIERS (jusqu'en 1683), puis par J. PITTON DE TOURNEFORT, qui, en 1708, prendra sa place de démonstrateur de l'intérieur des Plantes devenue vacante par le départ de Pierre D'AQUIN.

Le 25 juillet 1691, un Édit du Roy accorde au Surintendant des bâtiments une entière direction sur le Jardin Royal ; mais ces attributions sont rendues le 7 janvier 1699 au premier médecin du Roy, c'est-à-dire à FAGON.

PITTON DE TOURNEFORT donne un grand développement à la Botanique : « Intérieur des Plantes », et publie en 1693 ses fameux « Éléments de Botanique ». En 1694, il replante l'École de Botanique : le premier *Sophora* (graines envoyées par D'INCARVILLE) en marque la place. En 1702, il plante, dans le grand labyrinthe, les deux *Acer creticum* qui y sont encore. Il mourut d'un accident en 1708.

En 1695, FAGON fait créer une place de démonstrateur de Chimie pour Simon BOLDUC, qui, depuis 1686, était son suppléant. Cette création est l'origine des deux Chaires de Chimie qui ont existé au Muséum ; son fils, Gilles-François BOLDUC, occupa cette place de 1729 à 1742.

En 1699, l'influence de FAGON grandissait. Il fait établir un nouveau règlement (7 janvier 1699) qui rétablit pour lui le titre de Surintendant. Puis, il obtient de Louis XIV, le 14 février 1708, un règlement qui fixe les exercices de chaque professeur. Le 9 mai 1708, des lettres patentes portent que les premiers médecins du Roy auront l'entière surintendance ; le 18 mai 1709, deux charges de garçons de laboratoire sont supprimées et transformées en un poste de garde du Cabinet des Drogues ; cette place est donnée à Sébastien VAILLANT (27 mai 1709).

En 1714, on construisit, sur la pente du labyrinthe, une serre chaude, la première construite en France, pour abriter le pied de Caféier venu du jardin botanique de Leide et souche de tous les Caféiers des Antilles.

Au lendemain de la mort de Louis XIV, une déclaration de Louis XV (18 septembre 1715) accorda à FAGON la surintendance à vie.

Il eut le plaisir de voir son successeur, Sébastien VAILLANT, sous-démonstrateur de l'extérieur des Plantes (1708-1722), découvrir en 1716 la « Sexualité des Plantes ».

IV. — De la mort de Fagon à l'arrivée de Buffon (1718-1739).

En 1718, FAGON mourut (scellés apposés le 11 mars 1718), et Louis XV décida de détacher la place de surintendant de celle de premier médecin (31 mars 1718). POIRIER, premier médecin du Roy, ne resta donc en place que quelques mois, et l'« Intendance » fut confiée à CHIRAC, médecin du Duc d'Orléans (8 avril ou 8 mai 1718). A ce moment, la situation paraît avoir été la suivante :

Démonstrateurs : Guichard DU VERNEY (Anatomie) ;
Suppléant : M.-B. MARTIN ;
Et. Fr. GEOFFROY (Chimie) ;
Antoine DE JUSSIEU (Intérieur des Plantes) ;
Sous-bémonstrateur et garde du Cabinet : Sébastien VAILLANT (Extérieur des Plantes).
Jardinier en chef : Pierre SAINTARD.

En 1719, le budget est toujours de 21 500 livres (arrêt du Conseil d'État, 7 avril 1719).

Les progrès du Jardin du Roy vont continuer. En 1720, Antoine de JUSSIEU remet à l'enseigne de vaisseau DECLIEUX, pour le transporter à la Martinique, un pied de café qui fut l'origine de tous les caféiers des Antilles. Ce fut la première grande œuvre coloniale du Muséum.

En 1722, le Roy décida d'acquérir l'herbier de Sébastien VAILLANT, qui venait de mourir; Bernard DE JUSSIEU le remplaça dans sa place de sous-démonstrateur pour l'extérieur des Plantes.

En 1723, un arrêt du Conseil d'État rembourse à CHIRAC la somme de 5 141 livres pour l'entretien du Jardin en 1718, 1719, 1720, 1721 et 1722, et celle de 5 643 livres pour les réparations, constructions, etc...

En 1725, le grand labyrinthe est de nouveau planté en Vignes (Colbert les avait fait arracher en 1671).

Le 6 octobre 1726, CHIRAC donne l'ordre à JUSSIEU de remettre à DANTY D'ISNARD la clef du Cabinet de l'Herbier de feu VAILLANT. Le 2 novembre 1729, des lettres de provisions donnent la charge de démonstrateur-opérateur à HUNAULT.

Le 28 avril 1729, par un arrêt de Louis XV pour l'organisation du Jardin du Roy, le Droguier prend le nom de Cabinet d'Histoire naturelle. Pierre DE MOURES en assure la garde, bientôt remplacé par Bernard DE JUSSIEU (22 mai 1732-1745), puis par DAUBENTON. Le Cabinet, qui avait, à ce moment, un caractère général concernant l'Histoire naturelle est à l'origine de trois chaires actuelles :

1° Celle de DAUBENTON, la Chaire de Minéralogie ;

2° Celle de LACÉPÈDE, la Chaire d'Ichthyologie ;

3° Celle de FAUJAS DE SAINT-FOND, la Chaire de Géologie.

En 1731, le budget total est toujours de 21 500 livres (arrêt du Conseil d'État, 9 août 1732).

Le 7 avril 1732, à la mort de CHIRAC, DUFAY (ultérieurement : DE CISTERNAY DU FAY) reçut la place d'intendant. Il fit stabiliser, en 1736, pour DUVERNEY, la place de démonstrateur d'Anatomie, fit relever les vieilles galeries d'un étage et bâtir un amphithéâtre de 600 places entre la porte d'entrée (38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire) et la terrasse de la butte (Labyrinthe). C'étaient les premières grandes constructions effectuées depuis l'origine du Jardin du Roy. Il faudra attendre la fin de la vie de BUFFON pour qu'il s'en édifie d'autres.

Il est curieux que, le 24 février 1739, un arrêt du Conseil d'État du Roy le qualifie de « Directeur du Jardin Royal des Plantes ».

C'est sous son intendance que fut planté en 1734 le fameux Cèdre de Jussieu et que furent construites deux grandes serres chaudes sur l'emplacement des pavillons chauds et froids actuels, construits en 1833.

V. — Le Jardin du Roy sous l'influence de Buffon (fig. 3) (1739-1788).

CISTERNAY DU FAY mourut le 16 juillet 1739 et indiqua au roi, comme son successeur, Georges-Louis-Marie LE CLERC DE BUFFON (lettres de provisions du 26 juillet 1739, enregistrées à la Chambre des Comptes le 19 août 1739). Celui-ci fut nommé le 1er août 1739. Au moment où il prit l'intendance du Jardin du Roy, les limites de celui-ci étaient toujours celles de 1640 (21 arpents de 900 toises) ; le seul bâtiment était le vieux château qui servait de logement à l'intendance, où s'installa le Cabinet du Roy, qui fut la base des anciennes galeries de Zoologie. Il n'avait qu'un étage et des mansardes, et il était deux tiers moins long qu'aujourd'hui. Une petite chapelle, une orangerie, un amphithéâtre et d'autres petites constructions complétaient l'organisation du Jardin du Roy.

Le 1er octobre 1743, la charge de « démonstrateur opérateur de l'Intérieur des Plantes, sous le titre de professeur en Anatomie et Chirurgie, » est donnée à WINSLOW.

Le 22 mai 1745, des lettres patentes de Louis XV ordonnent le versement de 34 635 livres à BUFFON, comme remboursement de réparations au Jardin des Plantes.

BUFFON accumula tant de collections qu'en 1745 il dut leur céder une partie de son logement au vieux château, et plus tard, la totalité. En 1766, il reçoit 6 000 livres de rente, en compensation. Il loue alors une maison en ville, rue des Fossés-Saint-Victor (actuellement : rue du Cardinal-Lemoine, probablement l'Hôtel Lebrun).

Entre temps, il acheta (23 mars 1771), moyennant 24 000 livres, deux immeubles dont l'actuelle « Maison de Buffon » (classée le 13 mars 1930 comme monument historique) ; il paraît avoir commencé à l'habiter dès 1771 ; il continua d'ailleurs à la perfectionner (1780 et 1781, travaux de reprise dans les carrières) et en 1777 (27 décembre); cette maison fut annexée au Jardin du Roy. En 1785, elle fut dégagée des maisons qui l'entouraient par l'achat d'immeubles voisins. Mais là ne se bornèrent pas ses achats de terrains.

Notons qu'en 1773 il fait replanter par A.-L. DE JUSSIEU l'École de Botanique sur une partie de son emplacement actuel.

Des édits de 1671 et 1672 avaient fait défense de bâtir entre le Jardin du Roy et la Seine ; ils furent renouvelés le 30 octobre 1779.

D'ailleurs, le 29 octobre 1779, BUFFON avait déjà acquis, moyennant 75 000 livres,



Fig. 3. — BUFFON.
Intendant du Jardin du Roy de 1739 à 1788.

les terrains sur lesquels se trouve aujourd'hui la Galerie de Minéralogie, puis, le lendemain, moyennant 65 000 livres, le clos Patouillet situé entre la rue de Buffon et le boulevard de l'Hôpital.

Le Conseil du Roy, en date du 17 novembre 1780, casse, pour vice de forme, le bail à vie des demoiselles Bouillon avec l'Abbaye Saint-Victor ; l'arrêt est confirmé le 1er juin

1781, mais, dès le 27 mai 1781, BUFFON avait échangé une partie des terrains clos Patouillet contre ceux des moines de Saint-Victor. Malgré le caractère provisoire de cet échange (les procès continuaient ; les lettres patentes n'arrivent qu'en avril 1782), il commençait les travaux, puis il obtint de la Ville le don gratuit d'un ancien chemin situé dans les terrains Saint-Victor. Il évinça tous les sous-locataires des demoiselles Bouillon (1782-1783). Enfin, par des achats (1782-1785), il acquit les terrains nécessaires pour terminer la « rue de Buffon » (ainsi nommée dès 1784).

Un terrain appartenant aux concessionnaires de voitures publiques, acquis par eux en 1779, frappé de servitudes, fut ensuite acheté pour plus de 33 000 livres (contrat du 8 août 1785).

L'hôtel de Magny, précédemment Hôtel de Vauvray, actuellement Hôtel de la Direction, fut acquis le 18 juin 1787 avec son Jardin, où l'on devait construire le grand Amphithéâtre (ordonné le 14 juillet 1787). Cette propriété était louée à un maître de pension, Verdier, qui fut expulsé.

Le gros Platane qui se trouve devant la statue de BERNARDIN DE SAINT-PIERRE, date de cette époque, de même que le prolongement de l'École de Botanique jusqu'au droit de la grande rotonde. Un gros *Pyrus canescens* en marque la place.

BUFFON mourut le 16 avril 1788, ayant achevé la tâche qu'il s'était proposée. Mais il ne l'avait pas remplie sans heurts ni difficultés, et, sans se créer des inimitiés farouches de la part des gens qu'il avait évincés, un peu brutalement peut-être, de leurs propriétés et de leurs logements. Il est possible que l'emprisonnement, puis l'exécution de son fils, aient eu comme origine l'hostilité des demoiselles Bouillon et de Verdier.

Il laissait au Muséum une situation très obérée, plus de 650 000 livres de dettes; beaucoup de fournisseurs n'étaient pas payés depuis plusieurs années ; on ignore comment, au cours de la Révolution, cette situation s'est apurée.

VI. — La fin du Jardin du Roy (1788-1793).

FLAHAULT, comte DE LA BILLARDERIE D'ANGIVILLER, avait été désigné en secret (lettres de provision du 11 décembre 1771) comme le successeur de BUFFON. Mais à la mort de celui-ci, il démissionna de cette charge en faveur de son frère, le marquis DE LA BILLARDERIE (lettre du 18 avril 1788), lequel reçut à la même date les lettres de provision, lui accordant la charge d'intendant du Jardin Royal des Plantes et du Cabinet d'Histoire naturelle.

Il n'avait aucune qualité pour être intendant du Jardin du Roy ; son rôle fut à peu près nul, et le Jardin se trouva, en réalité, gouverné par les professeurs-démonstrateurs et autres officiers du Jardin, et en particulier par THOUIN (1). LA BILLARDERIE donna sa démission en 1791, mais continua ses fonctions jusqu'au 1er janvier 1792. Puis, l'un des

(1) Les professeurs, démonstrateurs et autres officiers du Jardin, après le décret de l'Assemblée Nationale du 20 août 1790, rédigèrent des adresses et projets de règlement. C'est THOUIN qui correspond directement avec le ministre de l'Intérieur. Dès le 2 janvier 1792, THOUIN émet au nom des professeurs le vœu que DAUBENTON soit placé à leur tête.

ministres passagers de l'époque nomma subrepticement, comme intendant, Bernardin DE SAINT-PIERRE (1er juillet 1792) ; les affaires se traitèrent par-dessus la tête de celui-ci.

VII. — Le Muséum National d'Histoire naturelle.

Le 10 juin 1793, LAKANAL faisait voter le décret instituant le Muséum National d'His-

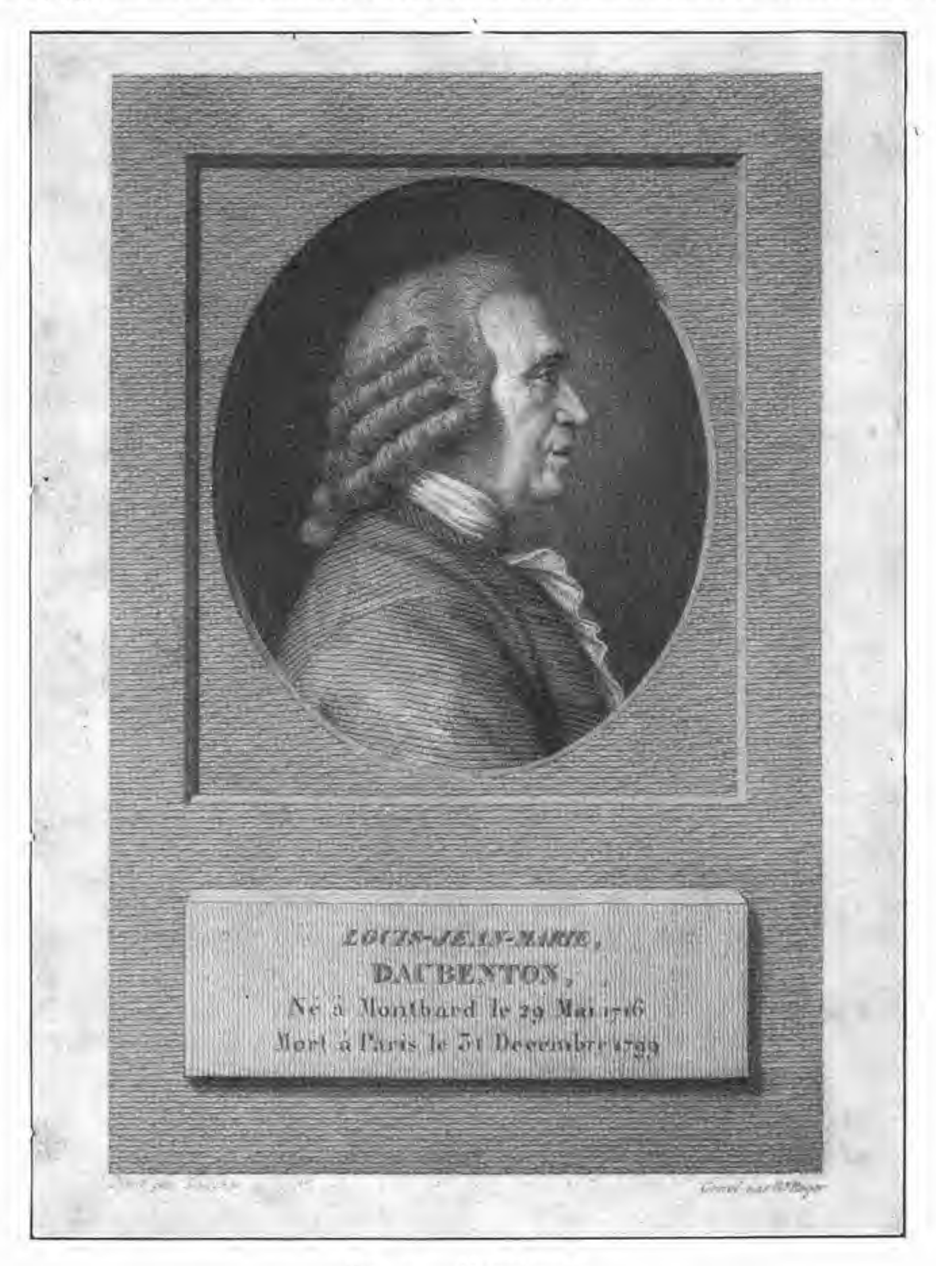


Fig. 4. — DAUBENTON.
Directeur du Muséum 1793-1794 et 1796-1797.

toire naturelle à peu près tel qu'il est encore maintenant. Le décret ne faisait qu'entériner les propositions faites depuis deux ans par les « Officiers du Jardin du Roy ». Il était désormais dirigé par douze professeurs, qui élisent l'un d'entre eux comme directeur, pour un an. Ce régime des directeurs annuels dura jusqu'en 1863.

La charge d'intendant était de ce fait supprimée, et Bernardin DE SAINT-PIERRE dut se retirer dans sa maison de campagne, à Essonnes (S.-et-O.).

DAUBENTON (fig. 4) fut le premier directeur élu (1793-1794 et 1796-1797).

Quelques mois après (3 novembre 1793) (13 brumaire an II), paraissait une ordonnance, prescrivant de conduire au Jardin des Plantes tous les animaux des ménageries foraines ; ils y furent rejoints en avril 1794 par les animaux des ménageries royales de Versailles et du Raincy.

Dès 1794, la Chaire d'Étienne GEOFFROY SAINT-HILAIRE fut divisée en deux et le nombre total des Chaires porté à treize. La nouvelle Chaire consacrée à l'Histoire naturelle des Reptiles et des Poissons fut confiée à LACÉPÈDE, qui la conserva jusqu'à sa mort, en 1835, et qui fut élu directeur pour 1795-1796.

Cette même année, on acheta des terrains situés au bord de la Seine, car la Ménagerie augmentait le nombre de ses pensionnaires ; en particulier, arrivèrent deux éléphants, provenant des Pays-Bas, et enlevés au Stathouder de Hollande (la femelle mourut en 1796).

La Bibliothèque, enfin organisée, fut ouverte au public le 7 septembre 1794 dans des locaux du premier étage de l'ancien bâtiment de l'Intendance.

L'année 1795 fut marquée par la mise en service du Grand Amphithéâtre, dont nous nous servons encore aujourd'hui, et qui est actuellement classé comme monument historique. Cette même année (9 juin 1795), la loi de finances accorda au Muséum l'emplacement de la Régie des Fiacres, qui était propriété nationale et qui avait été achetée en 1787 ; sur cet emplacement, on décida d'édifier, sous la direction de l'architecte MOLINOS, la Galerie Cuvier ou de la Baleine, qui fut achevée en 1806, qui servit longtemps de Galerie d'Anatomie, et qui, désaffectée au moment de la construction des Galeries de Paléontologie, a été depuis remise en état pour abriter les laboratoires d'Agronomie coloniale, d'une part, des Pêches et Productions coloniales d'origine animale de l'autre ; à l'extrémité sud de ce terrain, on édifia l'Orangerie, due également à MOLINOS ; elle fut démolie en 1926, et elle va être réédifiée incessamment sous son aspect ancien, selon les volontés d'un généreux donateur, M. MARMOTTAN. Elle servira d'Oisellerie.

En 1796, l'Académie des Sciences donna au Muséum une pépite d'or de 24 Mr 4 onces, que nous possédons encore, et on lui attribue une partie des diamants de la Couronne.

En 1799 (31 décembre) se place la mort de DAUBENTON, sénateur depuis quelques mois. Il fut enterré en grande pompe dans le Labyrinthe (3 janvier 1800). FOURCROY était à ce moment directeur.

Antoine-Laurent DE JUSSIEU, élu directeur du Muséum pour un an, continua la politique d'acquisition de BUFFON par l'achat de plusieurs chantiers le long de la rue de Seine (actuellement rue Cuvier) ; en même temps, on voyait s'achever en 1801 le deuxième étage des vieilles Galeries de Zoologie, commencé en 1794. MOLINOS les prolongera de 1808 à 1810.

Inlassable, l'architecte MOLINOS commençait dès 1802 la Grande Rotonde, en forme de croix de la Légion d'honneur ; elle devait primitivement servir de Fauverie, mais, dès le commencement, elle parut inapte à ce service ; les travaux furent suspendus ; on la réaffecta aux grands Herbivores, et elle ne fut terminée qu'en 1812.

Les difficultés de l'époque semblent avoir arrêté les grands travaux, mais, tel quel, le Muséum exerçait un prestige suffisant pour qu'en 1814 non seulement les armées prussiennes se soient arrêtées devant ses grilles, grâce à l'intervention d'Alexandre DE HUMBOLD, mais encore que l'empereur de Russie, l'empereur d'Autriche et le roi de Prusse n'aient tenu à le visiter en personne.

L'activité reprit lorsque la paix fut revenue. Dès 1817, on commençait les travaux de la Fauverie, qui fut achevée en 1821, et qui est encore actuellement en service, quoique bien délabrée et sur le point d'être démolie.

En 1822, l'acquisition des terrains constituant la Ménagerie actuelle était presque terminée; cette même année vit la mort de VAN SPAENDONCK, âgé de soixante-seize ans, et la disparition de la Chaire d'Iconographie ; deux maîtres de dessin : REDOUTÉ pour les Plantes et HUET pour les Animaux, le remplacent avec une situation diminuée, qui devait malheureusement décroître d'année en année.

En 1824, DESFONTAINES replante l'École de Botanique en la prolongeant un peu.

VIII. — L'arrivée de la Girafe (1827), renouveau d'intérêt pour le Muséum.

Le Muséum devait reprendre beaucoup de popularité en 1827, grâce à l'arrivée de la Girafe offerte par le pacha d'Égypte. Ce fut un événement sensationnel. Sous la surveillance de GEOFFROY SAINT-HILAIRE, elle fit à pied le trajet de Marseille à Paris, précédée par un troupeau de Chèvres chargées de lui fournir du lait, entourée d'un peloton de gendarmerie, accueillie solennellement à chaque étape par les autorités locales. Toute la route qu'elle a suivie est encore jalonnée d'auberges à l'enseigne de la Girafe; de nombreux objets d'art et d'usage courant furent créés à son image. Elle fut présentée au Roi à Saint-Cloud et regagna ensuite l'enclos qui lui était réservé au Jardin des Plantes.

Grâce au renouveau d'intérêt qui se manifesta alors vis-à-vis du Muséum, la Chambre vota en 1830 les crédits nécessaires pour construire la Galerie de Minéralogie actuelle (de 1832 à 1841), construire les pavillons chauds et froids (1833), acheter les derniers terrains enclavés dans la Ménagerie (achat effectué en 1834) au coin du quai Saint-Bernard et de la rue Cuvier, pour construire des serres (1833-1836), une Galerie de Botanique, une Singerie (1835-1837) (celle-ci fut démolie en 1928 et est remplacée maintenant par la nouvelle Singerie), pour acquérir des terrains rue de Buffon, pour décider la création d'une Chaire de Physiologie comparée (en réalité une Chaire de Ménagerie pour Frédéric CUVIER, 24 décembre 1837), une Chaire de Physique appliquée aux sciences naturelles pour Antoine-César BECQUEREL (24 juillet 1838). L'influence de M. THIERS ne fut pas étrangère à toute cette activité. Ensuite le Muséum paraît être entré dans une période de repos (1838-1851). Cependant, c'est à ce moment (1842-1843) que BRONGNIART constitue l'École de Botanique, dans son état actuel, avec sa classification aujourd'hui périmée.

En 1851, les professeurs adressent des observations en réponse au rapport de la Commission spéciale instituée par le ministre de l'Instruction publique (en juin 1849) pour étu-

dier les questions qui se rattachent soit à l'administration, soit à l'enseignement du Muséum.

IX. — Le Muséum sous le Second Empire (1850-1863).

Cette période de repos cessera avec le Second Empire, probablement grâce à Georges VILLE, parent du duc DE MORNY et en relations directes avec Napoléon III. Cette action se manifeste d'abord, il est vrai, par un acte regrettable, la transformation en Chaire de Paléontologie, pour Alcide D'ORBIGNY (5 juillet 1853), de la Chaire de Botanique à la Campagne, devenue vacante par la mort d'Adrien DE JUSSIEU (1). Nul plus que moi n'est partisan résolu de l'utilité de la Chaire de Paléontologie, mais il a été vraiment regrettable de la constituer aux dépens de la Chaire de Botanique à la Campagne, qui avait la charge de la conservation et du développement des herbiers historiques.

Il a fallu tout le dévouement des aides-naturalistes WEDDELL (1850-1859), BUREAU (1872-1873) et aussi de SPACH (1829-1854) qui appartenait au service de culture (2), pour que cette décision n'amène pas de catastrophe ; en tout cas, au moment de l'exploration des grands continents (1853-1874), l'existence de cette chaire aurait permis d'enrichir notablement les herbiers. Le service de Botanique (Phanérogamie) n'existait plus au Muséum. C'est ainsi que la France perdit l'occasion d'acquérir l'herbier DELESSERT, qui est actuellement à Genève. La chaire ne fut rétablie qu'en 1874 par la Troisième République.

Par contre, le 4 mars 1857, le Gouvernement impérial créait, pour Georges VILLE, une nouvelle chaire, celle de Physique végétale, que la République a supprimée en 1934. En 1860, au moment de la cession du Bois de Vincennes, propriété de la Couronne, à la Ville de Paris, Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE et Georges VILLE obtenaient que 16 hectares environ soient réservés au Muséum, à la fois pour y installer des animaux et y faire des cultures ; ce projet ne fut pas réalisé ; mais les terrains affectés au Muséum ont été, en 1932, à la base de la convention qui lui a permis, d'accord avec la Ville de Paris, de créer le Zoo.

X. — Le décret de réorganisation de 1863.

(*Directeurs nommés pour cinq ans.*)

En 1863, parut un décret de réorganisation dont le principal effet fut de remplacer le directeur élu pour un an et non rééligible par un directeur élu pour cinq ans et rééligible. CHEVREUL fut le premier de ces directeurs (1863-1879).

(1) Rapport et décret portant création d'une Chaire de Paléontologie au Muséum d'Histoire naturelle, 3 juillet 1853.
1° *Rapport.* — Rapport à l'Empereur sur la création de la Chaire de Paléontologie en remplacement de la Chaire de Botanique rurale laissée vacante par la mort de M. Adrien DE JUSSIEU. Le ministre de l'Instruction publique et des Cultes, H. FORTAIL, propose M. Alcide D'ORBIGNY.
2° *Décret.* — ARTICLE PREMIER. — Une Chaire de Paléontologie est substituée à la Chaire de Botanique rurale, actuellement vacante, au Muséum d'Histoire naturelle, qui est et demeure supprimée.

(2) Ces aides naturalistes avaient su attirer au service des herbiers des amateurs, tels que DECAISNE et BAILLON.

En 1864, un rapport adressé à S. Exc. le ministre de l'Instruction publique par la commission instituée en exécution du décret du 29 décembre 1863 pour l'inspection du



Fig. 5. — Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE.
Directeur du Muséum de 1860 à 1861.

matériel du Muséum critique surtout le service de Physique végétale, qui « doit cesser d'être en quelque sorte un établissement dans l'établissement ».

La fin de l'Empire ne paraît pas avoir été une période très active pour le Muséum, et la Guerre de 1870 a été néfaste pour lui ; les animaux de la Ménagerie disparurent en grand nombre, et les Éléphants, en particulier, furent sacrifiés pour servir de nourriture aux Parisiens pendant le siège de Paris.

La Troisième République vit revivre l'influence de M. THIERS, qui avait jadis porté un si vif intérêt au Muséum. Les bâtiments destinés à abriter les Reptiles et les Poissons

furent construits de 1870 à 1874 ; un laboratoire provisoire de Physique végétale (aujourd'hui disparu et remplacé) fut construit en 1873. La Chaire de Botanique fut rétablie, par un vote de l'Assemblée nationale, en 1873. BUREAU en fut le premier titulaire élu (23 janvier 1874) (1), et le service des herbiers reprit toute son activité. En même temps, la Chaire de BRONGNIART prenait le nom de « Botanique, Organographie et Physiologie végétale ».

En 1879, FRÉMY devenait directeur ; chimiste éminent, beaucoup plus que naturaliste il arrêta le Muséum dans son évolution muséologique et tendit à le transformer en un institut de recherches expérimentales. — En 1879, on créa une Chaire de Pathologie comparée pour BOWLEY et, en 1880, une Chaire de Physiologie végétale pour DEHÉRAIN. Le nombre de chaires sans collections s'augmentait ainsi d'une façon sans doute exagérée, de telle sorte que le Muséum pouvait sembler dévier de sa destination primordiale : la conservation des collections, leur étude et leur présentation au public. Fort heureusement, ces deux chaires redevinrent ultérieurement des chaires de systématique.

La Chaire de DEHÉRAIN fut transformée en 1904 en Chaire de Cryptogamie pour M. MANGIN. Celle de BOWLEY, puis de CHAUVEAU, devint une Chaire de Zoologie (Vers et Crustacés), dont, en 1917, M. GRAVIER fut le premier titulaire élu.

De 1880 à 1884, l'architecte ANDRÉ construisit, malheureusement sans souci des nécessités culturales, le Jardin d'Hiver, aujourd'hui démoli et en voie de reconstruction. De nouvelles serres furent construites en 1882 ; en 1889 eut lieu l'inauguration des Nouvelles Galeries de Zoologie; en 1890, celle du Jardin d'Hiver.

En 1882, le directeur d'alors, FRÉMY, obtint que l'île de Tatihou, au Sud-Est de Cherbourg, soit affectée au Muséum pour y installer un laboratoire maritime, qui fut confié à M. PERRIER, alors professeur de Malacologie. Celui-ci y consacra pendant de longues années toute son activité, et d'importantes découvertes y furent faites, en particulier par BORNET. Cette création était extrêmement importante, car elle fut le premier exemple de la création d'organisations extérieures au Jardin des Plantes.

En 1891, MILNE-EDWARDS succéda à FRÉMY et eut la tache de remettre un peu d'ordre dans la maison que la gestion de FRÉMY, dirigée dans un sens trop chimique, avait un peu ébranlée. Son œuvre fut facilitée par un nouveau décret de réorganisation du Muséum et un décret sur la comptabilité.

En même temps, on accepte le principe de la construction d'une nouvelle galerie monumentale : la Galerie d'Anatomie comparée et de Paléontologie, qui a été construite de 1892 à 1898, près de la place Valhubert. Cette galerie est inachevée, mais telle qu'elle est, elle serait un monument remarquable si les fondations avaient été faites d'une façon sérieuse ; malheureusement, il n'en a pas été ainsi, et, construite sur un sol difficile, au confluent de la Seine et de la Bièvre, elle est en voie de lézardement et donne les plus légitimes inquiétudes. Une pareille faute a été évitée dans les constructions récentes (Singerie-Fauverie, etc...), où les fondations ont été poussées jusqu'au sol solide.

(1) La garde des herbiers avait été confiée en 1842 à TULASNE. En 1872, BUREAU avait été choisi par BRONGNIART, comme aide-naturaliste pour remplacer TULASNE, mis à la retraite.

Les terres provenant des fouilles de la Galerie d'Anatomie ont servi à remblayer le Carré Thouin, dernier reste du Canal de Bièvre.

XI. — Le Muséum établissement autonome.

Edmond PERRIER (fig. 6), alors directeur du Muséum, obtint du Parlement une loi fort importante (31 décembre 1907) accordant au Muséum son autonomie financière,



Fig. 6. — Edmond PERRIER.
Directeur du Muséum de 1900 à 1919.

c'est-à-dire le droit de faire des recettes pour son compte et le droit de les dépenser par décision de l'Assemblée des professeurs, sous le contrôle du ministère de l'Instruction publique ; tout le régime de la comptabilité en fut modifié (règlement du 22 sep-

tembre 1908), et cette disposition légale fut à la base de la prospérité actuelle du Muséum.

La construction des bâtiments restait du ressort de l'Administration des Beaux-Arts, et le personnel continuait à être payé par l'État.

En 1913, Edmond PERRIER fit établir un plan d'ensemble de reconstruction du Muséum et obtint les crédits nécessaires pour construire un laboratoire nouveau de Physique végétale et d'Entomologie, édifier une nouvelle Orangerie, un macérateur pour l'autopsie des grands animaux et un atelier de moulages ; la Grande Guerre retarda la réalisation de ces projets, qui ne furent mis en œuvre que de 1923 à 1928, sous la direction de M. MANGIN, par M. PONTREMOLI, architecte en chef.

DIRECTION DE M. MANGIN. — M. Louis MANGIN succéda comme directeur, en 1920, à Edmond PERRIER, mis à la retraite. Il s'occupa d'abord du Laboratoire Maritime de Tatihou, qu'il considérait comme trop difficile d'accès et le transporta à Saint-Servan dans des locaux mis très temporairement à sa disposition par le ministre de la Marine (2 août 1922). Il y installa cependant un aquarium accessible au public.

Le 30 octobre 1922, M. MANGIN obtint du Parlement une loi très importante pour le Muséum, celle qui permettait de prélever une légère taxe d'entrée sur les visiteurs des collections et des ménageries ; cette disposition était la suite normale de la loi donnant l'autonomie au Muséum ; elle lui a permis d'encaisser près d'un million de francs par an pendant ces dernières années.

Il obtint en 1926 les crédits nécessaires pour remplacer l'ancienne Singerie, où il était devenu impossible de conserver les animaux dans un état normal de santé (désaffectation en 1926, démolition en 1928, reconstruction de 1930 à 1934) et pour démolir l'ancienne Orangerie de Molinos et la faire reconstruire (1927-1928) dans les annexes de la rue Poliveau, où l'on édifia également une graineterie ; en même temps, la fondation Rockfeller ayant généreusement accordé cinq millions de subvention pour la construction d'une Galerie de Botanique, destinée à conserver les précieux herbiers du Muséum, disséminés dans une série de vieux locaux, plus ou moins délabrés, et le Gouvernement français ayant pris à sa charge les restes de la dépense (environ 15 millions), la Galerie de Botanique, que nous inaugurons en ce moment, s'édifia de 1929 à 1935.

En 1926, également, fut édifié le Vivarium, avec les fonds de la journée Pasteur.

A la même époque, inaugurant une politique de décentralisation, M. MANGIN faisait affecter (28 décembre 1927) au Muséum la ferme de Chèvreloup (environ 200 hectares) dépendant du domaine de Versailles, pour y constituer, dans le prolongement du Petit Trianon, planté par JUSSIEU pour Marie-Antoinette, un Arboretum, qui porte le nom de Jardin de Jussieu, et qui est en voie de plantation, de croissance et d'aménagement.

En même temps (31 décembre 1927), les Réserves naturelles constituées à Madagascar par le gouverneur général OLIVIER étaient placées sous le contrôle scientifique du Muséum.

M. MANGIN obtenait également que le Parlement achetât l'Harmas de FABRE à Sérignan (Vaucluse), où le savant entomologiste avait fait toutes ses observations, et le confiât au Muséum.

Par décret du 27 mars 1928, le Musée d'Ethnographie du Trocadéro, vieux et poussiéreux, dépendant directement du ministère de l'Instruction publique, était rattaché au Muséum (Chaire d'Anthropologie) et, grâce à l'activité du professeur RIVET, devait être transformé en le plus moderne de nos Musées parisiens, le seul susceptible d'être éclairé et ouvert le soir au public.

DIRECTION DE M. PAUL LEMOINE. — En 1931, M. MANGIN était admis à faire valoir ses droits à la retraite, et j'eus l'honneur d'être élu par mes collègues pour lui succéder. Avant même ma nomination par le ministre, j'eus le devoir d'obtenir du Parlement, sur le plan de l'Outillage national, les millions nécessaires pour la terminaison de la Galerie de Botanique et pour diverses améliorations et surtout pour la réfection totale du Musée d'Ethnographie (environ 5 millions). Les recettes annuelles de ce Musée sont passées de 30 000 à 150 000 francs, prouvant que les dépenses de ce genre, considérées parfois comme somptuaires, sont en réalité rémunératrices,

En même temps, j'établissais avec le Préfet de la Seine, à ce moment M. RENARD, et le Conseil municipal de Paris, l'accord qui a permis de créer le Zoo, grâce à un emprunt du Muséum garanti par la Ville de Paris (17 millions), à l'apport provisoire par le Muséum de 4 millions, provenant du plan d'outillage et à un legs dévolu récemment au Muséum (legs LHOSTE, 2 millions) ; le Muséum prenait provisoirement la gestion du petit Zoo créé par l'Exposition coloniale et achetait les animaux qui s'y trouvaient, en utilisant pour cela toutes ses réserves.

Enfin, j'obtenais du Parlement le vote d'une loi (11 mars 1934) autorisant la perception du droit d'entrée le dimanche, ce qui permit de faire vivre le Zoo et d'améliorer la Ménagerie et la présentation des collections.

Le 2 juin 1934, le « Zoo » fut inauguré en présence du Président de la République, et l'on s'est plu à reconnaître l'importance et la valeur de l'effort fait en cette occasion par le Muséum. Pour sa gestion, une chaire nouvelle avait été créée par le Conseil municipal de Paris (Chaire d'Éthologie des animaux sauvages) et confiée par l'Assemblée des professeurs à M. Achille URBAIN, qui a été ainsi le principal créateur du Parc Zoologique.

Le public s'y est véritablement rué (7 millions de francs d'entrées et de redevances en sept mois de l'année 1934), et les nombreuses photographies publiées sur lui, les jouets créés par l'industrie à cette occasion, ont renouvelé l'intérêt du Français pour les choses de la Nature.

En même temps, reprenant les traditions instaurées par le décret de la Convention du 10 juin 1793 : « Décret relatif à l'organisation du Jardin National des Plantes et du Cabinet d'Histoire Naturelle, sous le nom de Muséum d'Histoire Naturelle. Titre IV : des Correspondances du Muséum. *Article premier*. — Le Muséum d'Histoire naturelle correspondra avec tous les établissements analogues placés dans les différents départements de la République », le Muséum établissait une convention avec la Ville de Bourges pour la réfection de son Muséum et la création d'un petit parc zoologique, entrait dans le Conseil d'administration du Musée de la Mer, organisé par la municipalité de Biarritz, envoyait des animaux en dépôt au Jardin des Plantes de la Ville de Toulouse.

Cette décentralisation, ou plutôt cette nationalisation du Muséum, n'est probablement qu'à son début.

Enfin, en décembre 1934, le nouveau plan d'Outillage National réservait au Muséum 4 millions pour la construction du Jardin d'Hiver, immense serre tropicale où les végétaux exotiques, si curieux, pourront atteindre un développement normal et permettre l'étude de leur constitution et des produits qu'ils fournissent.

Les fonds avancés par le Budget général du Muséum pour la construction du « Zoo », dont le remboursement a commencé, sont affectés à la construction d'une nouvelle Fauverie, très moderne, pour les spécimens rares qui ne peuvent trouver place à Vincennes ; cette Fauverie doit être achevée sur les crédits de l'Administration des Beaux-Arts.

D'autre part, le legs MARMOTTAN (1 million) permettra de commencer la construction d'une très belle oisellerie, sur le modèle de l'ancienne Orangerie démolie.

Tous ces grands travaux en cours comporteront une dépense d'environ 12 millions, partie sur le budget de l'État, partie sur celui du Muséum, et seront terminés pour l'Exposition de 1937.

Les réserves constituées sur les recettes du Vivarium permettent de construire, cette année 1935, un rocher pour Serpents, Lézards, etc., vivant en liberté.

Par ailleurs, le Muséum, sur ses fonds propres, effectue la construction d'un souterrain permettant de faire communiquer l'École de Botanique et le Jardin Alpin et l'accès dans celui-ci. De plus, dans ce souterrain, on logera tous les accessoires du service de culture, actuellement entreposés dans des baraquements qui déshonorent le Jardin des Plantes.

Le laboratoire maritime de Saint-Servan va être transporté à Dinard dans une magnifique villa que nous venons d'acheter à la Municipalité, d'où l'on a une vue splendide sur la mer et où le Muséum va aménager une terrasse avec jardin public, un laboratoire, un aquarium marin et un Musée de la Mer. Ce Musée de la Mer sera inauguré en juin 1935.

Tel sera, sans doute, la situation du Muséum au moment où il fêtera son Tricentenaire, à moins que, ce qui n'est pas impossible, d'autres projets n'aient éclos et ne soient en voie de réalisation. En effet, depuis sa fondation par Louis XIII, c'est-à-dire depuis trois cents ans, grâce aux efforts successifs de tous, le Muséum s'est considérablement développé et est devenu véritablement le centre des recherches d'Histoire naturelle, théoriques et appliquées, dans le beau pays de France, qui, lui aussi, s'est considérablement agrandi par la mise en valeur de son empire colonial.

DEUXIÈME PARTIE

HISTORIQUE DES CHAIRES

Le *Muséum National d'Histoire Naturelle* se compose de dix-neuf chaires, dont chacune a une véritable autonomie dans l'autonomie générale du Muséum, en ce sens que le professeur est le maître absolu de sa chaire et des crédits qui lui sont affectés par l'Assemblée des Professeurs. Si certaines chaires n'avaient pas été supprimées au cours des temps, il en compterait vingt-quatre.

Pour bien connaître l'évolution qui a amené progressivement le petit Jardin du Roy à devenir le Muséum actuel, il convient d'étudier comment chaque chaire a été créée et s'est développée, sous l'influence des professeurs successifs et avec l'aide de leurs principaux collaborateurs, dénommés tour à tour aides-naturalistes (1793-1891), assistants (1891-1927), sous-directeurs. Je n'ai pas cru pouvoir pousser l'analyse jusqu'à leurs collaborateurs de grade moins élevé (préparateurs, 1793-1927; assistants, à partir de 1927) sur lesquels la documentation complète est beaucoup plus difficile à établir.

I. — Démonstrateurs et opérateurs pharmaceutiques pour faire la démonstration de l'intérieur des plantes.

ORIGINE DE LA CHAIRE d'*Anatomie comparée des Végétaux actuels et fossiles*, SUPPRIMÉE PAR DÉCRET-LOI DU 6 JUILLET 1934.

L'un de ces postes, le premier nommé dans l'édit de mai 1635, était affecté à Jacques COUSINOT.

La tradition lui donne comme successeur J. BOURGOIN (1643-1664), puis Louis-Henri-Thomas D'AQUIN (1664-1673).

Effectivement, des lettres de provision du 30 décembre 1673 accordent la charge de démonstrateur de l'intérieur des plantes médicinales du Jardin Royal à Pierre D'AQUIN.

Quand celui-ci démissionne, il est qualifié de « démonstrateur de l'intérieur et de l'extérieur des plantes » (16 avril 1708) et reçoit 600 livres sur les gages de la charge, et des lettres patentes (16 avril 1708) donnent cette charge à Joseph PITTON DE TOURNEFORT, qui mourut en 1708 (levée des scellés le 23 janvier 1709).

La tradition veut que DANTY D'ISNARD l'ait remplacé, mais, dès le 10 août 1710,

des lettres de nomination et de provision de la charge de l'intérieur des plantes sous le titre de professeur de Botanique sont données à Antoine DE JUSSIEU. On possède les affiches de son cours pour les années 1711, 1715-1720, 1721-1722, 1735-1736, 1739-1748, 1751-1752, 1754-1757.

Quand il décède, des lettres de provision à la charge de professeur de Botanique au Jardin des Plantes sont données à Louis-Guillaume LE MONNIER (30 juin 1759). Celui-ci démissionne et est nommé professeur honoraire le 20 avril 1786 et, à cette même date, des lettres de nomination et de provision sont accordées à René-Louiche DESFONTAINES.

Le décret du 10 juin 1793 lui donne la *Chaire de Botanique au Muséum*, qu'il occupe jusqu'en 1833.

Il est remplacé par Adolphe BRONGNIART, qui, en 1857, fait transformer le titre de la Chaire en « *Botanique et Physiologie végétale* », puis, en 1874, en « *Botanique, Organographie et Physiologie végétales* ». A sa mort (1879), la Chaire est occupée sous ce titre par VAN TIEGHEM (1879-1914), puis par son gendre, COSTANTIN (1919-1932).

Après la mise à la retraite de ce savant (1932), le titre de la Chaire fut transformé en *Anatomie comparée des Végétaux actuels et fossiles*, et, avant d'avoir reçu un titulaire, elle fut supprimée par décret-loi du 6 juillet 1934.

AIDES-NATURALISTES. — Le premier aide-naturaliste de la Chaire fut DELEUZE (1794-1811), auquel on doit une *Histoire du Muséum*, puis DE GÉRARDIN (1811-1827), RICHARD (1827-1830), Ad. BRONGNIART (1830-1833), qui est nommé professeur et est remplacé en 1834 par GUILLEMIN (1834-1842), puis par TULASNE. Le 3 septembre 1872, l'Assemblée enregistre une lettre nommant M. BUREAU comme aide-naturaliste en remplacement de TULASNE, mis à la retraite. En 1874, BUREAU est nommé professeur dans la nouvelle Chaire créée.

Maxime CORNU le remplace comme aide-naturaliste jusqu'en 1884, date à laquelle il est nommé professeur de la Chaire de Culture. Après trois ans de vacance, VAN TIEGHEM fait nommer en 1887 comme aide-naturaliste son gendre, LECLERC DU SABLON, qui part en 1889 comme professeur à l'Université de Toulouse.

MOROT (1889-1915) devient alors aide-naturaliste ; à sa retraite, le poste reste vacant quelques années ; en 1920, André GUILLAUMIN l'occupe durant quelques mois, puis passe comme assistant à la Chaire de Culture, dont il devait devenir titulaire en 1932.

A ce moment, l'Assemblée rendit à la Chaire les collections de Paléobotanique et nomma comme assistant un paléobotaniste, FRITEL (1920-1927), puis LOUBIÈRE (1928).

Un deuxième poste d'aide-naturaliste a existé pendant quelque temps. On y trouve GRIS de 1859 à 1872. Le 21 décembre 1875, l'Assemblée des Professeurs présente RENAULT à la place d' « aide-naturaliste attaché à la Botanique » créée par décision de l'Assemblée nationale. Ce savant fut en 1884 transféré à la Chaire de Phanérogamie (XVIII) avec les collections de Plantes fossiles. Celles-ci devaient faire retour à la Chaire en 1919.

ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE DE LA CHAIRE. — Joseph PITTON DE TOURNEFORT (1688) fut le digne précurseur de LINNÉ (un grand nombre de genres fondés par lui ont été conservés).

On lui doit en outre ses célèbres *Éléments de Botanique* ou *Méthode pour connaître les Plantes, L'Histoire des Plantes des environs de Paris, Traité de matière médicale,* etc.

Antoine DE JUSSIEU (1710-1759) a laissé de nombreux mémoires sur la Zoologie et la Botanique, et un *Traité des vertus des Plantes.*

On possède de Louis-Guillaume LEMONNIER (1759-1786) : *Leçons de Physique expérimentale sur l'équilibre des liquides,* traduit de l'anglais (1742) ; *Lettre sur la culture du Café* (1773), etc.

De René-Louiche DESFONTAINES (1786-1833), les principaux travaux furent : *La Flore atlantique* (1798), *Catalogue des Plantes du Jardin du Roy* (1815-1830) ; *Expériences sur la fécondation artificielle des Plantes* (il démontre la production artificielle des hybrides), etc.

Adolphe BRONGNIART (1833-1879) fut le créateur de la Paléontologie végétale et fonda avec AUDOUIN et DUMAS les *Annales des Sciences Naturelles.* On doit citer de lui : *Prodrome d'une histoire des Végétaux fossiles ; Histoire des Végétaux fossiles* (1828) ; *Mémoire sur la génération et le développement de l'embryon dans les Végétaux phanérogames ; Rapport sur les progrès de la Botanique phytographique* (1868), etc., enfin un ouvrage posthume : *Recherches sur les graines silicifiées.*

L'œuvre de VAN TIEGHEM (1879-1914) est considérable. Il a donné à l'Anatomie végétale une précision jusque-là inconnue. Il a publié de remarquables travaux sur divers organes de la Plante, a donné des études sur les Myxomycètes, les Ascomycètes, les Bactéries, les fermentations, etc. ; il a proposé une classification du règne végétal et établi des divisions parmi les Phanérogames d'après les caractères de l'ovule.

COSTANTIN (1919-1932) a effectué des recherches biologiques sur la culture du Pleurote d'Ombellifères et sur la dégénérescence de la Pomme de terre.

Parmi les aides-naturalistes (assistants, sous-directeurs...), Louis-René TULASNE s'est rendu célèbre par ses remarquables découvertes mycologiques, qui lui valurent d'être élu en 1854 membre de l'Académie des Sciences. Il a signé la plupart de ses travaux faits avec son frère Charles, qui a généralement dessiné les plantes. Seuls, les *Selecta Fungorum* portent les deux noms. Les autres travaux sont : *Fungi hypogei,* la *Monographie des Monimiacées,* des mémoires sur des Légumineuses américaines, Gnétacées, etc., sur les Lichens, divers groupes de Champignons, etc. La découverte capitale des frères TULASNE fut celle du polymorphisme des Champignons.

Éminent élève d'Adolphe BRONGNIART, Bernard RENAULT est une des gloires de la science française. Il s'est acquis une renommée mondiale par ses remarquables travaux d'Anatomie comparée des Végétaux disparus : *Structure comparée de quelques tiges de la flore carbonifère ; Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac ; Végétaux silicifiés d'Autun et de Saint-Étienne ; Recherches sur les Bactériacées fossiles,* etc. Sa précieuse collection de coupes silicifiées constitue une des principales richesses scientifiques du Muséum. Il y a lieu de rappeler que RENAULT lui-même a exécuté patiemment et avec des instruments assez rudimentaires toutes ses préparations microscopiques.

MOROT fonda *Le Journal de Botanique,* auquel il consacra, pendant vingt-deux ans, presque toute son activité scientifique. On a de lui des recherches sur les tubercules des Ophrydés, les faisceaux des racines, le péricycle, les affinités anatomiques du genre *Podoon,*

sur l'identité spécifique du *Polyporus abietinus* et de l'*Irpex fusco-violaceus*, sur la vitalité du stroma des Champignons, etc.

P.-H. FRITEL avait acquis une connaissance très approfondie de la flore tertiaire. On lui doit : *Étude sur les Végétaux fossiles de l'étage sparnacien du bassin de Paris ; Contribution à l'étude des flores éocènes du bassin de Paris ; Vue d'ensemble sur la flore thanétienne ; Les « Aralia » des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groenland*, etc. Il a étudié aussi les flores fossiles d'Égypte et de certaines régions africaines, etc.

Parmi les travaux d'Auguste LOUBIÈRE, dernier sous-directeur de la Chaire, rattaché actuellement à la Chaire de Géologie, on peut citer en Mycologie : *Recherches sur quelques Mucédinées caséicoles ; Un nouveau genre de Pyrénomycètes* (forme parfaite d'un *Scopulariopsis*) etc. ; en Bactériologie : *Étude botanique sur deux Bactériacées isolées d'un cancer ;* en Paléobotanique : *Étude sur les flores houillères des bassins d'Albi, des vallées de l'Aveyron et du Lot*, etc. ; *Travaux sur des bois silificiés d'âge tertiaire ; Recherches anatomiques sur les graines paléozoïques ; Classification des Ptéridospermes*, etc. ; en Embryogénie : *Découverte de la zoïdogamie chez le Coleospermum stephanense* (Ptéridosperme-Mésocaryale).

II. — Démonstrateur et opérateur pharmaceutiques.

ORIGINE DE LA CHAIRE DE *Chimie inorganique* (ACTUELLEMENT SUPPRIMÉE).

L'édit de mai 1635, qui créait une de ces places, mentionne la deuxième pour Urbain BAUDINOT (et non BAUDINEAU).

Le 18 février 1672, des lettres de provision accordent cette charge à Guy CRESCENT-FAGON, alors médecin ordinaire de la Reine.

Il occupa ce poste jusqu'en 1712 (la tradition indique Claude BERGER comme son successeur à cette date), mais des lettres de provision du 21 octobre 1712 donnent sa place, en survivance de FAGON, démissionnaire en sa faveur, à Étienne-François GEOFFROY, déjà professeur au Collège Royal. Ce poste y est dénommé « démonstrateur de l'Intérieur des Plantes et professeur en Chimie et Pharmacie au Jardin Royal ».

Étienne-François GEOFFROY meurt en 1752 (apposition des scellés le 9 mars 1752). Mais il était démissionnaire en 1730. Des lettres de provision du 1er décembre 1730 indiquent que la charge de professeur en Chimie et Pharmacie au Jardin des Plantes, vacante par la démission de GEOFFROY, est accordée à Louis LÉMERI (et non LÉMERY), l'un des médecins du Roy. Il est à noter que l'on ne parle plus de l'Intérieur des Plantes et que le poste se spécialise vers la Chimie.

LÉMERI meurt en 1743, et les lettres de provision accordées le 15 juin 1743 à son successeur, Louis-Claude BOURDELIN, portent l'indication « professeur en Chimie ».

Il est remplacé en 1771 par MACQUER (lettres de provision en survivance du sieur BOURDELIN du 1er janvier 1771).

Le 23 février 1784, des lettres de provision de la charge de « professeur de Chimie aux Écoles du Jardin Royal des Plantes » sont accordées à Antoine-François FOURCROY.

Le décret du 10 juin 1793 lui donna la Chaire de *Chimie générale.* Il l'occupa jusqu'en 1810 et fut remplacé par André LAUGIER (1810-1832), puis par Joseph-Louis GAY-LUSSAC (1832-1850).

Le 31 août 1850, la Chaire changea de titre : *Chimie appliquée aux corps inorganiques* (1) et fut confiée à FREMY ; à la mort de ce dernier, la Chaire fut supprimée (26 janvier 1892).

Les aides-naturalistes furent : A. LAUGIER (1806), DUBOIS (1806-1856), TERREIL (1856-1892). Le poste paraît avoir été supprimé en même temps que la Chaire. Cette double suppression aurait été nécessitée par des économies massives que rendaient nécessaires la mauvaise gestion de FRÉMY comme directeur du Muséum.

III. — Démonstrateur et opérateur des opérations pharmaceutiques.

ORIGINE DE LA CHAIRE D'*Anthropologie.*

L'édit de mai 1635 citait, pour la troisième de ces charges, Marin CUREAU, sieur DE LA CHAMBRE (un édit de juin 1635 que je ne connais pas, aurait transformé ce titre en démonstrateur de Chirurgie et d'Anatomie. Cela paraît inexact, car il mourut le 29 novembre 1669, et des lettres de provision du 31 juillet 1671 donnèrent la charge de « démonstrateur-opérateur de l'Intérieur des Plantes médicinales », vacante par son décès, à François CUREAU DE LA CHAMBRE.

Des lettres de provision du 23 mars 1682 donnent à son décès la charge de « démonstrateur-opérateur de l'Intérieur des Plantes » à Joseph DU VERNAY.

Mais, le 31 mars 1718, il obtient des lettres de provision donnant la charge, vacante par la démission à condition de survivance de DUVERNAY père et d'Emmanuel-Maurice DUVERNAY fils, de « démonstrateur-opérateur de l'Intérieur des Plantes » sous le titre de « professeur en Anatomie et Chirurgie » en survivance de son père, démissionnaire, à Emmanuel-Maurice DUVERNAY.

Le 2 novembre 1729, une lettre de provision donne à HUNAULT la charge de « démonstrateur-opérateur de l'Intérieur des Plantes sous le titre de professeur en Anatomie et Chirurgie ». HUNAULT meurt en 1742 (scellés apposés le 15 décembre 1742). Sa charge porte encore le même titre « démonstrateur-opérateur de l'Intérieur des Plantes sous le titre de professeur en Anatomie et Chirurgie », et est donnée par lettres patentes du 1er octobre 1743 à Jacques-Bénigne WINSLOW.

Celui-ci est remplacé par FERREIN (27 mars 1751) (2), mais, à la mort de celui-ci (scellés apposés le 1er mars 1769), les lettres patentes du 18 mars 1769, accordées à son successeur Antoine PETIT, indiquent pour la charge la dénomination de « professeur royal en Anatomie au Jardin Royal ». L'évolution du titre de démonstrateur en celui de Professeur est terminée.

(1) *Historique de la Chaire.* Voir chap. VIII : *Chimie organique.*

(2) VERNEAU, *L'Anthropologie*, XXI, 1910, p. 263, donne la date de 1758. ANNE-MARIE BIDAL (*Inventaire des Archives du Muséum*, 1934, n° 231) donne la date de 1751 d'après une copie des Archives Nationales, faite par le Dr HAMY.

Petit tombe malade et est suppléé momentanément par Vicq d'Azyr (lettre du 31 mars 1775), mais Portal, médecin consultant de Monsieur, frère du Roy, intrigua pour avoir la place, et le 1er mai 1777 lui furent données des lettres de nomination et présentation à la charge de « professeur d'Anatomie et de Chirurgie aux Écoles du Jardin Royal, comme survivancier et adjoint de Petit ». Le 30 novembre 1778, il avait des lettres de provision pour cette même charge.

Le décret du 10 juin 1793 lui donna la Chaire d'*Anatomie humaine* au Muséum, dans laquelle Pierre Flourens lui succéda en 1832.

A la mort de celui-ci, le titre fut changé en *Anatomie et Histoire naturelle de l'Homme*, le 3 décembre 1838, et la Chaire fut confiée à Antoine Serres, qui l'occupa de 1839 à 1855 et l'abandonna à cette époque pour la Chaire d'Anatomie des Animaux (VII). En même temps, la Chaire changea encore une fois de titre et s'appela *Anthropologie*. Armand de Quatrefages (1855-1892), Ernest Hamy (1892-1909), René Verneau (1909-1928), Paul Rivet (1928) en furent les titulaires successifs.

Aides-naturalistes. — Le premier des aides-naturalistes de la Chaire paraît avoir été Clément (1832-1834), auquel succéda Loir (1834-1838), Deschamps (1838-1855), Jacquart (1855-1873), Ernest Hamy (1873-1892), devenu professeur ; René Verneau (1892-1909), devenu professeur ; Paul Rivet (1909-1928), titulaire actuel de la Chaire ; Lester (1928).

Le 27 mars 1928, le Musée d'Ethnographie du Trocadéro, jusqu'alors indépendant, fut rattaché au Muséum National d'Histoire Naturelle (Chaire d'Anthropologie). Le Parlement y affecta en 1930 un crédit de 5 millions, sur le plan d'Outillage National, pour le remettre en état. Un poste de sous-directeur spécial pour le service de ce Musée fut créé et confié à Georges-Henri Rivière.

Les principales découvertes ou faits scientifiques importants furent, depuis l'origine :

Hunault (P.-J.) (1701-1742), *Recherches sur les os du crâne de l'Homme* ; il remarque le premier que la voûte du crâne passe directement de l'état membraneux à l'état osseux sans passer par la phase cartilagineuse.

Winslow (Jacques-Bénigne). Son livre : *Exposition anatomique de la structure du corps humain* (1732) est plein de découvertes de détail qui restèrent classiques pendant plus de cinquante ans (disposition péritonéale dite *hiatus de Winslow*).

Vicq d'Azyr (Félix), suppléant, a écrit : *Discours préliminaire du système anatomique ;* on y trouve déjà exposée la loi de la corrélation des organes, que Cuvier devait plus tard utiliser à la reconstitution des Animaux fossiles.

Portal (Antoine) a fait de nombreuses découvertes anatomiques de détail consignées dans son *Historia anatomico-medica*, 1767 (2 volumes).

Flourens (Marie-Jean-Pierre), dans ses *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les Animaux vertébrés* (1824), expose que la masse cérébrale se compose de quatre parties distinctes exerçant chacune des fonctions propres et séparées ; il explique que le cervelet, dont les propriétés étaient inconnues jusque-là, est le siège des forces qui coordonnent et règlent le mouvement et la station.

SERRES (Étienne-Renaud-Augustin) publie avant d'être professeur : *Lois de l'Ostéogénie* (1815), *Anatomie comparée du cerveau dans les quatre classes d'Animaux vertébrés* (1824-1826). On s'est aperçu depuis que, le premier, il avait découvert et émis la loi dite de Fritz Müller, à savoir que l'Ontogénie individuelle est un abrégé de la Phylogénie. SERRES s'exprimait d'une façon moins correcte et plus criticable : « L'Embryogénie de l'Homme, disait-il, reproduit d'une façon transitoire et passagère l'organisation fixe et permanente des êtres qui occupent les divers degrés de l'échelle animale » (1832). Il avait ainsi des titres éminents pour la Chaire d'Anatomie comparée.

QUATREFAGES (A. DE) et HAMY (E.) sont les véritables fondateurs de l'Anthropologie en France.

La principale œuvre du professeur actuel, M. Paul RIVET, est consacrée à des recherches sur l'origine des Indiens de l'Amérique et sur l'influence des Océaniens dans le peuplement du monde et la diffusion des civilisations primitives.

IV. — Sous-démonstrateur des plantes.

ORIGINE DE LA CHAIRE de *Botanique à la Campagne* (ÉQUIVALENT DE LA CHAIRE ACTUELLE DE *Phanérogamie*) ET PAR TRANSFORMATION DE LA CHAIRE DE *Paléontologie*.

A l'origine (1635), ce poste était confié à Vespasien ROBIN, qui l'occupa jusqu'en 1662. JONCQUET lui succéda (1664-1671).

Le 31 juillet 1671, FAGON est nommé, en survivance du sieur JONCQUET, « démonstrateur et professeur des Plantes au Jardin Royal ». Il est à noter que FAGON était déjà depuis 1665 démonstrateur de l'Intérieur des Plantes. Il cumulait donc ces deux postes, et il eut en plus, à partir de 1693, celui de surintendant.

Il semble d'ailleurs ne pas avoir rempli constamment la fonction de démonstrateur des Plantes, car il eut de nombreux suppléants : J.-A. DE MAUVILLAIN (1683), PITTON DE TOURNEFORT (1683-1700), puis MORIN (1701) pendant un voyage de TOURNEFORT aux Échelles du Levant, et à nouveau PITTON DE TOURNEFORT (1701-1708), dont on possède les affiches de cours pour les années 1702, 1703, 1708. A ce moment (16 avril 1708), ce savant est nommé démonstrateur dans le poste I et auparavant, le 6 avril 1708, FAGON avait donné sa démission à condition de survivance de la charge de sous-démonstrateur de l'Extérieur des Plantes, en faveur de Sébastien VAILLANT.

Sébastien VAILLANT meurt en 1722. Sa veuve est logée au Jardin Royal (30 juin 1722) et reçoit une somme de 12 000 livres (arrêt du Conseil d'État du 5 février 1725). Son Cabinet est acheté pour être réuni à celui du Jardin du Roy.

La place de sous-démonstrateur de l'Extérieur des Plantes de Sébastien VAILLANT est accordée à Bernard DE JUSSIEU (lettres de provision 30 septembre 1922). Il faisait un cours dont on possède l'affiche pour les années 1723 et 1725.

Il fut remplacé par Antoine-Laurent DE JUSSIEU (on possède les affiches de son cours pour 1774, 1779), qui, dans une lettre du 26 janvier 1793, est qualifié de démonstrateur de

Botanique au Jardin National des Plantes. Le décret du 10 juin 1793 le nomma professeur de *Botanique dans la Campagne.* Adrien DE JUSSIEU occupa ensuite la Chaire de 1826, à 1853 (1).

TRANSFORMATION EN CHAIRE DE PALÉONTOLOGIE. — A ce moment se place un événement considérable dont il n'y a aucun analogue dans l'Histoire du Muséum : la Chaire fut transformée en *Chaire de Paléontologie* (3 juillet 1853), et le premier titulaire fut Alcide D'ORBIGNY (5 juillet 1853). Ses successeurs, D'ARCHIAC (1861-1869), LARTET (1869-1871) Albert GAUDRY (1872-1903), Marcellin BOULE, sont donc aussi invraisemblable que cela puisse paraître, par filiation directe, les successeurs du pur botaniste qu'était Vespasien ROBIN.

AIDES-NATURALISTES DANS LA CHAIRE DE BOTANIQUE A LA CAMPAGNE. — Le poste d'aide-naturaliste était occupé à l'origine par DELEUZE (1794-1827), qui devait en même temps (1794-1811) s'occuper de la Chaire de Botanique au Muséum. Ses successeurs furent G. TOSCAN (1827-1831), CAMBESCÈDES (1831-1833), puis J. DECAISNE (1833-1850), qui à cette date devient professeur de Culture. WEDDELL le remplace (1850-1853).

Au moment de la transformation de la Chaire en Paléontologie, les collections passent dans la Chaire de Botanique au Muséum. Le poste d'aide-naturaliste subit le même sort que celui de professeur ; il est transféré à la Chaire de Paléontologie, et il est confié à Albert GAUDRY, beau-frère du professeur A. D'ORBIGNY.

AIDES-NATURALISTES DANS LA CHAIRE DE PALÉONTOLOGIE. — A GAUDRY (1853-1872) succédèrent FISCHER (1872-1894), puis Marcellin BOULE (1894-1903), devenu titulaire de la Chaire ; Armand THÉVENIN (1903-1913), nommé maître de conférences à la Sorbonne ; LAUBY (1913-1919), puis Jean COTTREAU (1920).

ACTIVITÉ DE LA CHAIRE DE PALÉONTOLOGIE. — La Chaire de Paléontologie, créée en 1853 pour Alcide D'ORBIGNY, n'avait au début aucune installation, mais D'ORBIGNY possédait chez lui des collections très importantes qui constituèrent les éléments d'une énorme publication, *La Paléontologie française,* début de *La Paléontologie universelle* restée inachevée.

D'ORBIGNY mourut en 1857, et l'État acheta à sa succession sa collection, qui est encore conservée telle quelle dans la Galerie de Paléontologie et qui est consultée très fréquemment par des savants étrangers, car elle contient tous les types créés par D'ORBIGNY et ses collaborateurs.

Ensuite, la Chaire resta vacante pendant quatre ans, l'Assemblée des Professeurs ne tenant pas au remplacement immédiat du titulaire de cette Chaire nouvelle. Ce n'est qu'en 1861 que D'ARCHIAC fut nommé. Il était surtout géologue, et même historien de la Géologie. Son principal travail est *L'Histoire des progrès de la Géologie,* en plusieurs volumes.

(1) En 1823, l'Herbier se trouvait dans l'Hôtel de Magny (actuellement Hôtel de la Direction), où il occupait trois pièces ; il fut transféré vers 1830 dans une aile de la Galerie de Géologie et Minéralogie.

A ce moment, la collection D'ORBIGNY se trouvait dans le vieux laboratoire, qui existe encore dans un bâtiment de la cour de la Baleine.

D'ARCHIAC mourut en 1868, et son successeur, nommé en 1869, fut LARTET, un paléontologiste bien connu par ses travaux sur les ossements fossiles de Sansan et par ses recherches sur la Paléontologie humaine, science dont il est vraiment le fondateur. Il ne fit pas de cours et prit à peine possession de sa Chaire, car il décéda le 1er janvier 1871, en pleine période de guerre.

GAUDRY, beau-frère de D'ORBIGNY, fondateur de la Chaire, lui succéda en 1872. Il était depuis longtemps aide-naturaliste de la Chaire. Il apporta ses belles séries d'ossements de Pikermi, qui lui avaient donné une grande notoriété, et il essaya de disposer le moins mal possible, dans les locaux dont il disposait, les collections dont il avait la charge à côté de celles d'Anatomie comparée de CUVIER.

En 1879, à la mort de GERVAIS, professeur d'Anatomie comparée, et avant la nomination de son successeur, il obtint que les Vertébrés fossiles appartenant au Service d'Anatomie comparée soient passés à la Paléontologie ; avec l'aide de FRÉMY, alors directeur, il fit construire un grand hangar, affecté actuellement à l'Agronomie coloniale, et inaugura une série d'expositions de Paléontologie dans lesquelles on voyait pour la première fois les squelettes entiers de l'Éléphant de Durfort, du *Megatherium*, etc.

Ses travaux de Paléontologie furent très remarqués à cause de leur caractère philosophique. Il sut grouper autour de lui des collaborateurs tels que : FISCHER, TERQUEM, SCHLUMBERGER, BERTHELIN, ŒHLERT et surtout Marcellin BOULE, qui, d'abord boursier de doctorat, devint aide-naturaliste en 1894.

A ce moment (1892), l'Assemblée des Professeurs décida de demander construction de nouvelles galeries de Paléontologie, dignes des collections que possédait le Muséum. Elles furent inaugurées le 21 juillet 1898.

A ce moment, si la Chaire possédait de beaux squelettes de Vertébrés fossiles, les collections d'Invertébrés y étaient peu nombreuses. GAUDRY et BOULE obtinrent que les collections d'Invertébrés fossiles appartenant aux divers services du Muséum soient cédées au Service de Paléontologie. Ils achetèrent la collection Vibraye, qui contenait l'une des dix collections constituées par BARRANDE, le grand collectionneur du Primaire de Bohême, et échangèrent avec WALCOTT des moulages de Vertébrés contre des fossiles Cambriens dont le Muséum n'avait pour ainsi dire aucun échantillon.

L'organisation de la Galerie est presque entièrement l'œuvre de Marcellin BOULE. Avec l'aide de GAUDRY, il y constitua un petit laboratoire avec salle des machines. Il n'y avait pas de Bibliothèque ; il obtint qu'on lui cédât une partie de la Bibliothèque Fontannes, qui venait d'être léguée à l'École des Mines. Puis, à la mort de GAUDRY, il donna au laboratoire la très importante Bibliothèque Gaudry, qui lui avait été léguée personnellement. Cette Bibliothèque, développée par de nombreux dons et achats, est devenue une des plus belles Bibliothèques paléontologiques de Paris.

Des élèves de mérite ont afflué, parmi lesquels on peut citer GLANGEAUD, THÉVENIN, PRIEM, GIRAUD, le R. P. TEILHARD DE CHARDIN, ARAMBOURG, PIVETEAU, etc.

Pour permettre les publications des recherches, Marcellin BOULE n'hésita pas à créer,

avec le concours de son vieil ami MASSON, un périodique nouveau, *Les Annales de Paléontologie,* où il publie en particulier la Paléontologie de Madagascar.

Il ne faut pas oublier surtout que Marcellin BOULE a, durant ces dernières années, porté surtout son effort sur l'étude de l'Homme fossile, et sa *Monographie de l'Homme de La Chapelle-aux-Saints* est un modèle.

Par ailleurs, il a obtenu du prince de Monaco, dont il avait été le collaborateur, que celui-ci fondât l'« Institut de Paléontologie humaine », qui, si les circonstances de l'époque s'y étaient prêtées, aurait pu être installé au Muséum même et jeter sur celui-ci un nouvel éclat.

V. — Charge de peintre en miniature. Origine de la Chaire d'Iconographie (supprimée en 1822).

En 1660, le Roi acquiert les vélins dessinés pour le duc d'Orléans par Nicolas ROBERT et ce peintre attacha au Jardin du Roy (1664 à 1685).

Jean JOUBERT lui succéda (1686-1706), puis Claude AUBRIET (1706-1735), qui mourut en 1742, et Madeleine-Françoise BASSEPORTE (1735-1780).

Le 1er juillet 1774, des lettres de provision donnent la charge de « peintre en miniature du Roi », en survivance de la demoiselle BASSEPORTE, à Gérard VAN SPAENDONCK, qui ne prend possession de ses fonctions qu'à la mort de Mlle BASSEPORTE, en 1780 (1).

Le décret du 10 juin 1793 crée pour VAN SPAENDONCK la Chaire d'Iconographie. A sa mort, par ordonnance du 24 juillet 1822, il a été substitué à cette Chaire deux emplois de maîtres de dessin qu'ont illustrés :

Pour les Plantes : Pierre-Joseph REDOUTE (1823-1841), Guillaume LESOURD-BEAUREGARD (1841-1886), Auguste FAGUET (1886-1898), Madeleine LEMAIRE (1898-1924), Henri HISSARD ;

Pour les Animaux : J. HUET (1823-1831), Antoine CHAZAL (1831-1854), Louis BARYE (1854-1875), Emmanuel FREMIET (1875-1911), Adolphe MILLOT (1911-1924), Édouard MÉRITE.

VI. — Poste de jardinier en chef.

ORIGINE DE LA CHAIRE DE *Culture.*

Jean BREMANT fut nommé jardinier en chef en 1672 et garda ce poste jusqu'en 1702. Mais, dans l'intervalle, le 9 novembre 1674, des lettres de nomination furent données à

(1) La question de la survivance ne se pose pas de la même façon dans le cas AUBRIET-BASSEPORTE que dans le cas BASSEPORTE-VAN SPAENDONCK. En 1735, AUBRIET cède ses fonctions à Mlle BASSEPORTE, à condition d'en garder sa vie durant les émoluments, ce qu'il fait jusqu'à sa mort, en 1742. En 1774, par contre, VAN SPAENDONCK acquiert du Roy le droit de succéder à MADELEINE BASSEPORTE, lorsque celle-ci viendra à mourir, mais il ne se charge nullement du travail de celle-ci. La pension accordée en 1774 à MADELEINE BASSEPORTE n'est pas une pension de retraite. La décision du 1er juillet 1774 augmente le taux d'une pension accordée antérieurement et qui est indépendante de la rétribution fixe de 600 livres accordée pour l'exécution des vélins.

Nicolas MARCHAND comme concierge et directeur de la Culture au Jardin des Plantes. Il aurait été remplacé par Jean MARCHAND de 1678 à 1693. Ce poste aurait été supprimé en 1694.

Pierre SAINTARD succéda à Jean BREMANT de 1702 à 1721 ; BERTAMBOISE, de 1721 à 1746.

Le poste prit de l'importance avec la nomination de J.-A. THOUIN (1745-1764) et surtout d'André THOUIN (1764-1825), qui joua un rôle considérable dans la gestion du Jardin du Roy aux derniers jours de l'Ancien Régime et dans sa rénovation en tant que Muséum National d'Histoire Naturelle.

Le décret du 10 juin 1793 le nomma professeur de Culture, et sa Chaire fut ensuite occupée par BOSC D'ANTIC (1825-1828), Ch.-François BRISSEAU DE MIRBEL (1828-1850), Joseph DECAISNE (1850-1884), Maxime CORNU (1884-1901), Julien COSTANTIN (1901-1920), Désiré BOIS (1920-1932) et actuellement par André GUILLAUMIN.

JARDINIERS EN CHEF. — Mais le poste de jardinier en chef, sous la dépendance du professeur de Culture, avait été reconstitué pour Jean THOUIN, frère d'ANDRÉ (1793-1827). Ses successeurs furent RICHÉ, Denis PÉPIN, Joseph NEUMAN, GOUAULT (1870-1884), Louis HENRY (dont le titre était surveillant des cultures de plein air faisant fonction de Jardinier en Chef) (1884-1903), Joseph GÉROME (1903-1920), Octave CAILLE (1920-1932) POUPION (1933).

RICHÉ est l'inventeur du bouturage à l'étouffée. PÉPIN fut membre de la Société (aujourd'hui Académie) d'Agriculture et devint directeur de l'Aboretum d'Harcourt appartenant à cette Société. HENRY est très connu par ses hybridations des diverses espèces de Lilas et de Pivoines. Comme GÉROME, il fut professeur de Floriculture à l'École Nationale d'Horticulture.

Il faut noter qu'au temps de RICHÉ, de PÉPIN et de NEUMAN, il y avait deux jardiniers en chef, l'un pour les serres, l'autre pour le plein air, et que GOUAULT fut le premier à réunir les deux postes.

Le 28 décembre 1927, le domaine de Chèvreloup, à Versailles, fut affecté au Muséum pour en faire un « Arboretum » (Jardin de Jussieu). Il dépend du Service de Culture et est dirigé par MAZUIR, qui a le titre de sous-directeur du Jardin d'Expériences.

AIDES-NATURALISTES. — Le premier aide-naturaliste aurait été LECLERCQ (1827-1829), auquel succéda SPACH (1829-1854), puis NAUDIN (1854-1872), et Pierre-Paul DEHERAIN (1872-1880), pour lequel fut créée (1880) une Chaire de Physiologie végétale, actuellement transformée en Chaire de Cryptogamie. VESQUE le remplaça (1880-1886), puis Désiré BOIS (1886-1920), André GUILLAUMIN (1920-1932), devenus tous deux professeurs. Le sous-directeur actuel est FRANQUET (1933).

ACTIVITÉ DE LA CHAIRE. — Jusqu'en 1793, la Botanique était concentrée entre les mains de : Guy DE LA BROSSE, Vespasien ROBIN, JONCQUET, FAGON, DE TOURNEFORT, DANTY D'ISNARD, VAILLANT, Antoine DE JUSSIEU, LEMONNIER, Antoine-Laurent DE JUSSIEU, mais il ne faut pas oublier — au point de vue Culture — que c'est VAILLANT, en

1716, qui a établi la Sexualité des Végétaux et que, sans rien publier de la Classification naturelle, Bernard DE JUSSIEU traduisit celle-ci dans la plantation du Jardin de Trianon.

André THOUIN, à une époque où n'existaient ni l'Institut agronomique, ni les Écoles d'Agriculture et d'Horticulture, fut le premier à professer des cours d'Agriculture raisonnée et à concevoir scientifiquement une *Monographie des greffes* (les modèles réduits des instruments aratoires, fonctionnant parfaitement, existent encore au Laboratoire de Culture).

BOSC D'ANTIC s'occupa surtout d'acclimater en France les Végétaux exotiques (il avait voyagé dans l'Amérique du Nord).

DE MIRBEL est connu par ses *Éléments de Physiologie végétale et de Botanique*. Il découvrit le fonctionnement des assises génératrices et la formation des vaisseaux du bois et surtout, en 1830, la division cellulaire ; c'est lui le père de la Cytologie végétale.

DECAISNE représente surtout l'Horticulture scientifique, et son *Jardin fruitier du Muséum* avec plus de 400 planches en couleurs est un travail sans pareil.

NAUDIN, son aide-naturaliste, est le créateur de la Génétique, car, en même temps que MENDEL, et sans le savoir, il découvrit les lois connues maintenant sous le nom de « Lois de Mendel », qui régissent les croisements.

Maxime CORNU (1834-1901) fut le protagoniste de l'Agronomie coloniale ; on lui doit la création de beaucoup de jardins coloniaux (plus ou moins disparus maintenant) et l'introduction de quantité de plantes utiles dans nos possessions d'outre-mer (8 644 plantes, en plus de 200 espèces). Il s'occupa aussi de Phytopathologie et en particulier du *Phylloxera*.

Actuellement, l'activité de la Chaire de Culture porte sur l'étude des Hybrides (interspécifiques et intergénériques) à tous les points de vue : morphologie, anatomie, chimisme, caryologie, et sur la systématique des plantes cultivées.

La Chaire étudie également l'importance du noyau (et des chromosomes) au point de vue génétique. On y effectue aussi des recherches chimico-physiologiques sur les plantes cultivées dans les jardins botaniques.

VII. — Démonstrateur en Anatomie et Chirurgie.

ORIGINE DE LA CHAIRE ACTUELLE D'*Anatomie comparée*.

Ce poste paraît avoir été créé en 1727 pour Jacques-François-Marie DUVERNEY, qui mourut en 1748, et fut remplacé par Antoine MERTRUD (lettre de provision du 25 décembre 1748), puis, en survivance de celui-ci par son neveu, Jean-Claude MERTRUD (lettres de provision du 18 février 1764). Le 4 mai 1775, le traitement de MERTRUD est augmenté de 1 000 livres. Enfin, il est lui-même remplacé (lettres de nomination du 1er janvier 1787) par son fils Antoine-Louis-François MERTRUD.

Le décret du 10 juin 1793 le nomma à la Chaire d'Anatomie des Animaux, qu'il occupa jusqu'en 1802. Le titre de la Chaire fut changé en *Anatomie comparée* pour Georges CUVIER (1802-1832) et ses successeurs : Henri DE BLAINVILLE (1832-1850), Louis DUVERNOY (1850-1855), Antoine SERRES (1855-1868), Paul GERVAIS (1868-1879), Georges POUCHET (1879-1894), Henri FILHOL (1894-1903), Edmond PERRIER (1903-1922), Raoul ANTHONY.

Le fait que cette Chaire a été occupée par le grand CUVIER a exercé une attraction telle que, fait unique dans l'Histoire des professeurs du Muséum, deux fois les titulaires d'autres chaires ont demandé à y être nommés (SERRES en 1855, Edmond PERRIER en 1903).

En 1879, avant la nomination de POUCHET, les collections de Vertébrés fossiles que possédait la Chaire furent transférées à la Chaire de Paléontologie.

AIDES-NATURALISTES. — Le poste d'aide-naturaliste devait être occupé à l'origine par ROUSSEAU père, auquel succéda LAURILLARD (1812-1834), E. ROUSSEAU (1834-1860), GRATIOLET (1860-1865). Georges POUCHET (1865-1869) avait été, au Muséum de Rouen, l'aide de son père, Félix-Archimède POUCHET, qui soutint contre PASTEUR, en des discussions demeurées célèbres, la thèse de la génération spontanée. Révoqué en 1869 de ses fonctions d'aide-naturaliste au Muséum pour des raisons politiques, Georges POUCHET devait devenir ensuite professeur au Muséum en 1879. Son successeur fut BASTIEN (1869-1877). Henri GERVAIS, fils du professeur Paul GERVAIS, fut aide-naturaliste de 1877 (13 décembre) à 1912. [Un second poste d'aide-naturaliste, créé en 1883 pour Henri BEAUREGARD, fut supprimé au départ de celui-ci.] Le successeur d'Henri GERVAIS fut Raoul ANTHONY (1912-1922), qui géra pratiquement la Chaire, le professeur titulaire, Edmond PERRIER, ayant de nombreuses autres occupations, et en particulier celles de directeur du Muséum. Le titulaire actuel (1922) est Henri NEUVILLE.

HISTORIQUE DE LA CHAIRE. — Ce n'est qu'après la Révolution que de grandes figures se dessinent dans cette Chaire.

MERTRUD fut un habile technicien.

CUVIER, l'une des plus grandes gloires de la Science, fondateur de l'Anatomie comparée et, en quelque sorte aussi, de la Paléontologie.

BLAINVILLE fut un remarquable anatomiste, dont la très belle *Ostéographie* reste de consultation fructueuse. Il jouit, de son vivant, d'une célébrité bien méritée. Son ami Auguste COMTE, dans sa *Philosophie positive*, faisait un grand cas de ses idées et de ses travaux.

SERRES (1835-1868), bon anatomiste et surtout embryologiste, jouit d'une certaine célébrité de son temps.

Paul GERVAIS (1868-1879) est le vrai successeur de CUVIER quant à sa tradition ; il a laissé des travaux paléontologiques remarquables sur les Édentés et les Cétacés.

Georges POUCHET (1879-1894) aborda avec le même succès les côtés les plus différents de l'*Anatomie comparée* depuis l'*Anatomie microscopique* et la *Protistologie*, qu'il contribua à fonder, jusqu'à l'étude de l'homme. Il accomplit de nombreux voyages, d'abord en Nubie, puis aux Iles atlantiques et aux Terres boréales, d'où il rapporta notamment des matériaux de recherches justement réputés sur les Cétacés.

A l'époque de GERVAIS et de POUCHET, GRATIOLET ne fut qu'aide-naturaliste au Muséum, puis, à la fin de sa vie, et très peu de temps, professeur à la Sorbonne. Excellent anatomiste, il est connu pour ses recherches sur le cerveau qui, de son temps, faisaient autorité. Il avait à son époque un émule, BROCA, qui l'éclipsa quelque peu.

FILHOL (1894-1903) a publié surtout des travaux paléontologiques. Avec ses assistants A. PETTIT et H. NEUVILLE, il réussit à mener à bien une œuvre considérable : celle de refaire de toutes pièces les collections d'Anatomie comparée créées par CUVIER et que les injures du temps avaient presque anéanties.

Edm. PERRIER (1903-1922), esprit philosophique et homme de talent, est un des principaux rénovateurs du lamarckisme et un des créateurs du néo-lamarckisme.

Les principaux résultats des recherches poursuivies pendant le professorat de R. ANTHONY, sont : 1° *Systématisation et synthèse du neopallium (cerveau) des Mammifères.* Cette œuvre, commencée en 1883 par Sir William TURNER (Édimbourg), a été achevée par les travaux du professeur G. ELLIOT SMITH (Londres), ceux de Moritz HOLL (Vienne) et ceux de R. ANTHONY avec A. S. DE SANTA MARIA. Ainsi a été réalisée la liaison du neopallium humain à celui des autres Mammifères. 2° *Systématisation du sympathique* [travaux du professeur F. KISS et de son élève, le Dr J. BOTAR, de l'Université de Szeged (Hongrie)], à partir de 1929. 3° *Systématisation et synthèse de la morphologie dentaire des Mammifères* (travaux de R. ANTHONY et de Mlle M. FRIANT, chef de travaux du Laboratoire de Zoologie comparative de l'École des Hautes Études), à partir de 1930.

VIII. — Dédoublement de la Chaire de Chimie.

ORIGINE DE LA CHAIRE DE *Chimie organique.* TITULAIRE ACTUEL : PROFESSEUR FOSSE.

Lorsque LÉMERI fut nommé « professeur de Chimie et Pharmacie » (Chaire II), en 1730, il semble qu'on ait placé à côté de lui un démonstrateur, BOLDUC (1729-1743), qui avait déjà été suppléant de FAGON de 1686 à 1708.

A sa mort, des lettres de provision du 9 juin 1743 donnent à Guillaume-François ROUELLE la charge de « démonstrateur en chimie, sous le titre de professeur en Chimie »

Puis, le 24 février 1768, des lettres de provision donnent la charge de « démonstrateur en Chimie » en survivance de G.-F. ROUELLE, à son frère, Hilaire-Martin ROUELLE, apothicaire du duc d'Orléans. Le 4 juillet 1774, une déclaration de Louis XVI confirme H.-M. ROUELLE dans cette charge. Il meurt en avril 1779 (apposition des scellés le 7 avril 1779).

Des lettres de nomination et présentation à la charge de « démonstrateur en Chimie » sont accordées le 9 avril 1779 à Antoine-Louis BRONGNIART, et celui-ci reçoit (4 juin 1785) une gratification annuelle de 500 livres.

Le décret du 10 juin 1793 lui donne la Chaire des *Arts chimiques,* où lui succédèrent Nicolas VAUQUELIN (1804-1830), puis Eugène CHEVREUL (1830-1890). En 1850, celui-ci fit modifier le titre de la Chaire en *Chimie appliquée aux corps organiques.* A sa mort, elle fut confiée à Léon-Albert ARNAUD (1890-1919), puis à Louis-Jacques SIMON (1919-1928), et enfin à Richard FOSSE.

Cette Chaire peut se considérer, à quelques égards, comme l'héritière de la Chaire de « Chimie appliquée aux corps inorganiques », supprimée le 26 janvier 1892, et de la Chaire de Physique végétale, supprimée par décret-loi du 6 juillet 1934.

AIDES-NATURALISTES. — Le poste d'aide-naturaliste n'apparaît qu'en 1806, occupé par DUBOIS jusqu'en 1810; mais, à cette même époque et jusqu'en 1856, DUBOIS est aide-naturaliste de l'autre Chaire de Chimie (corps inorganiques). CHEVREUL lui succéderait vers 1810 et resterait jusqu'en 1841 (noter qu'Eugène CHEVREUL est professeur de la Chaire de 1830 à 1890). CLOEZ est aide-naturaliste de 1856 à 1883; Léon-Albert ARNAUD remplace CHEVREUL de 1883, à 1890 et, dès 1888, il le supplée ; enfin, en 1890, il est nommé titulaire de la Chaire. Il prend alors à ses côtés BOURGEOIS (1890-1920), auquel succède HASENFRATZ (1920).

ACTIVITÉ DES CHAIRES DE CHIMIE. — De tous les travaux publiés pendant la longue période de cent quarante-quatre ans (1635 à 1779), un seul est encore cité dans les traités, dictionnaires et mémoires de Chimie. C'est l'isolement, en 1773, par H.-M. ROUELLE (Chaire VIII), de la « substance particulièrement riche en azote de l'urine », déjà aperçue par SCHEELE en 1709. ROUELLE désigna ce principe isolé, très impur, sous le nom d' « extrait savonneux de l'urine ».

De 1784 à 1793, FOURCROY (Chaire II), apôtre éloquent et enthousiaste de la révolution chimique, déchaînée par le génie de LAVOISIER, publia de nombreux ouvrages qui eurent un vif succès : *La Méthode de nomenclature chimique*, en collaboration avec LAVOISIER, GUYTON DE MORVEAU et BERTHOLLET (1787) ; *Système des Connaissances chimiques* (10 volumes) ; *Philosophie chimique*. Son succès comme professeur fut si grand que l'on dut, à deux reprises, agrandir le grand amphithéâtre devenu trop étroit pour l'affluence des auditeurs. La plupart de ses travaux concernent la Chimie végétale et animale ; ils ont été publiés en collaboration avec VAUQUELIN (Ch. VIII). Parmi eux, il faut citer un long mémoire intitulé *L'Histoire naturelle chimique et médicale de l'urine humaine, dans laquelle on s'occupe spécialement des propriétés de la matière particulière*, à laquelle ils donnèrent le nom d'urée.

VAUQUELIN (Chaire VIII) (1804-1829) a en outre découvert le chrome, le glucinium, l'allantoïne, l'acide quinique, l'acide camphorique. Il fut un des plus habiles analystes de l'époque et forma d'illustres élèves : CHEVREUL, ORFILA, PAYEN, BOUCHARDAT.

CHEVREUL (1830-1890) a la gloire d'avoir découvert les acides gras qui se trouvent combinés à la glycérine dans les corps gras et dont, avant lui, on ignorait complètement la nature. Par des méthodes de travail qui font encore l'admiration des chimistes modernes, CHEVREUL isola des graisses leurs trois principaux acides constituants : l'*acide stéarique* ($C^{18}H^{36}O^{2}$), fondant à 70° ; l'*acide margarique* ou *palmitique* ($C^{16}H^{32}O^{2}$), fondant vers 60° ; l'*acide oléique* ($C^{18}H^{34}O^{2}$), liquide à la température ordinaire, fondant entre 5° et 7°.

Il a démontré que l'on peut extraire et séparer des graisses trois acides, dont un liquide à la température ordinaire et les deux autres solides. Le principe de l'industrie des bougies stéariques était ainsi découvert.

De ces graisses, considérées comme principes immédiats uniques, il retire l'*oléine*, liquide à la température ordinaire, et les stéarines solides à cette température. C'est aux proportions variables d'oléine et de stéarine qu'est due la variation de consistance des graisses.

En cherchant la cause de l'odeur des graisses, il découvre : l'*acide butyrique* ($C^{4}H^{8}O^{2}$)

(1814), puis l'*acide phocénique* ou *delphinique* identique à l'*acide valérianique* ($C^5H^{10}O^2$) l'*acide caproïque* ($C^8H^{16}O^2$) (1818). Du blanc de Baleine il extrait un alcool, l'*éthal* ($C^{16}H^{34}O$) (1823) ; dans le bouillon de viande et dans les muscles, il découvre une substance azotée d'importance biologique considérable : la *créatine*.

ARNAUD (1890-1915) a découvert : un nouvel alcaloïde dans le quinquina, la *cinchonamine* ($C^{19}H^{24}ON^2$) ; un nouveau glucoside, l'*ouabaïne* ($C^{30}H^{46}O^{12}$, 7 H^2O), retiré du poison des flèches des Somalis, employé en thérapeutique comme tonique cardiaque ; un nouvel acide, l'*acide taririque* ($C^{18}H^{32}O^2$), dans les graines de Tariri. On lui doit d'intéressants travaux sur le *carotène*.

M. Gabriel BERTRAND, actuellement professeur à la Sorbonne, membre de l'Institut a découvert au Muséum la *laccase*, les *oxydases*, puis les *coferments*. Il y a commencé ses travaux classiques sur les catalyseurs, les infiniment petits chimiques, les sucres et la microanalyse.

Louis-Jacques SIMON (1919-1928) a publié d'importants résultats sur la synthèse des cycles azotés avec M. MAUGUIN, sur les acides acétones et aldéhydes, l'acide pyrurique et l'acide glyoxylique, dont il prévoyait, avec raison, l'importance en biologie, puis sur les uréides de ces acides (acide allantoïque, allantoïne, pyruvile), et sur l'oxydation des substances organiques. Avec de nombreux collaborateurs, MM. MAUGUIN. CONDUCHE, CHAVANNE, GUILLAUMIN, GUYOT, BOULIN, LEVAILLANT, il a produit une œuvre chimique considérable pour la défense nationale.

Dans un volume de 300 pages, *L'Urée*, R. FOSSE (1928) a exposé ses travaux contenus dans 140 Notes ou mémoires originaux publiés de 1898 à 1927 ; ils concernent l'établissement de nouvelles méthodes d'analyse très sensibles et leur application à l'étude de divers principes naturels, les synthèses de l'urée, de l'acide cyanique, de l'acide cyanhydrique et du formol, réalisées en oxydant les principes carbonés naturels ou artificiels, le rôle des combustions créatrices des constituants carbonés de la matière vivante.

Depuis 1928, dans son laboratoire du Muséum, il a découvert :

A. Un nouveau ferment, l'*allantoïnase*, très répandue chez les Végétaux et certains animaux, transformant l'allantoïne en acide allantoïque, principe végétal découvert par lui en 1926 (en collaboration avec A. BRUNEL).

B. La transformation diastasique de l'acide urique en acide allantoïque par les ferments contenus dans une foule de graines. Cette nouvelle fermentation résulte de l'action de deux diastases : la première, l'uricase, dégrade l'acide urique en allantoïne, que la deuxième, l'allantoïnase, hydrate pour former l'acide allantoïque (en collaboration avec A. BRUNEL et P. DE GRAEVE).

C. L'acide urique chez les Végétaux où l'on avait maintes fois affirmé son inexistence (en collaboration avec P. DE GRAEVE et P.-E. THOMAS).

D. La série des fermentations qui permettent à la graine de transformer l'acide urique non directement assimilable en ammoniac, l'aliment azoté fondamental du règne végétal :

$$\text{Acide urique} \xrightarrow{\text{uricase}} \text{allantoïne} \xrightarrow{\text{allantoïnase}} \text{acide allantoïque} + H^2O \longrightarrow \text{urée} \xrightarrow{\text{uréase}} CO^2 + 2\,NH^3.$$

Ce métabolisme se trouve inscrit dans les graines, puisqu'elles contiennent l'acide urique, ses divers produits de dégradation et les ferments uricase, allantoïnase et uréase (en collaboration avec DE GRAEVE et THOMAS).

E. Le dédoublement, en allantoïne lévogyre, de l'allantoïne universellement considérée comme inactive et indédoublable (en collaboration avec DE GRAEVE et THOMAS) et l'existence de l'allantoïne dextrogyre dans le règne végétal (*Platanus orientalis*) (en collaboration avec P.-E THOMAS et P. DE GRAEVE).

Des travaux très intéressants ont été publiés : par HASENFRATZ, sous-directeur, sur les alcaloïdes et les sucres ; FRÈREJACQUE, assistant, sur l'auto-oxydation de l'acide urique ; A. BRUNEL, sur les Champignons ; MM. P.-E THOMAS et P. DE GRAEVE, sur la découverte de l'allantoïne dextrogyre dans l'urine des animaux (Veau).

IX. — Garde du Cabinet.

ORIGINE DE LA CHAIRE DE *Minéralogie*.

Sébastien VAILLANT qui, de garçon servant au Laboratoire du Jardin Royal (nommé le 14 mars 1702 en remplacement de Simon BOUDIN), avait été nommé sous-démonstrateur de l'Extérieur des Plantes en 1708 (place que lui abandonna FAGON), reçut en plus, le 27 mai 1709, le brevet de garde du Cabinet des Drogues du Jardin du Roy.

Ce titre supplémentaire est l'origine du poste nouveau.

En effet, à la mort de Sébastien VAILLANT, tandis que Bernard DE JUSSIEU prenait sa place de sous-démonstrateur (1722), Pierre NOGUEZ recevait le 18 octobre 1725 le brevet de « garde du Cabinet et démonstrateur d'Histoire naturelle » (1). Mais Pierre NOGUEZ ne tarda pas à s'absenter hors de France ; il fut remplacé par Pierre DE MOURES aux gages de 400 livres du 1er janvier 1727 au 12 mai 1732 (lettres patentes du 10 juin 1732), puis par Bernard DE JUSSIEU à partir du 22 mai 1732 (lettres patentes) ; enfin, le 12 juin 1745, Louis-Jean-Marie DAUBENTON reçoit des lettres patentes lui donnant la charge de garde et démonstrateur du Cabinet d'Histoire naturelle, vacante par l'absence du sieur NOGUEZ. Le 7 septembre 1766, le roi Louis XV lui donne 2 000 livres d'augmentation d'appointements. Le décret du 10 juin 1793 en fit le premier professeur de Minéralogie.

Il eut comme successeurs Dieudonné-Tancrède, dit Déodat DE GRATET DE DOLOMIEU (1800-1801), l'abbé René-Just HAÜY (1802-1822), Alexandre BRONGNIART (1822-1847), Ours-Pierre-Armand DUFRÉNOY (1847-1857), Gabriel DELAFOSSE (1857-1876), Olivier LEGRAND DES CLOIZEAUX (1876-1893) et Alfred LACROIX (1893).

DAUBENTON faisait des démonstrations de Minéralogie, mais s'occupait de toutes sortes d'autres sciences ; lors de l'organisation du Muséum, comme il était le doyen des officiers du Jardin, on lui laissa le soin de choisir la Chaire qu'il préférait occuper ; aussi dans le décret constitutif, la Chaire de Minéralogie fut-elle citée la première.

AIDES NATURALISTES. — A l'origine, on trouve, comme aide-naturaliste, VALENCIENNES

(1) En réalité, les gardes du cabinet constituent l'origine de toutes les chaires à collections du Muséum.

(1793-1806), qui, à cette date, passe au même titre dans la Chaire d'Erpétologie. Il est remplacé par TONDI (1806-1813), L.-P. DE JUSSIEU (1813-1818), DELAFOSSE (1818-1842), RIVIÈRE (1842-1857), HUGARD (1857-1860), JANNETTAZ (1860-1899), GAUBERT (1899-1932), ORCEL (1932).

ACTIVITÉ DE LA CHAIRE. — La Chaire de Minéralogie du Muséum a joué un rôle de premier plan dans l'évolution des Sciences minéralogiques. Les professeurs qui l'ont occupée ont toujours conservé un étroit contact avec la Nature, souvent malgré certaines préférences personnelles pour les études de Cristallographie pure.

Dans sa leçon inaugurale (1801) sur la philosophie minéralogique, DOLOMIEU, qui fut aussi un précurseur dans la connaissance des volcans et des séismes, fixa la notion d'espèce en Minéralogie et démontra la nécessité de baser celle-ci uniquement sur la forme géométrique et sur la composition chimique.

HAÜY lui succéda en 1802. Il avait achevé à cette époque sa géniale création de la Cristallographie, dont il compléta l'exposition des principes dans ses *Traités de Minéralogie* (1801-1822) et *de Cristallographie* (1822).

Al. BRONGNIART, qui se distingua par ailleurs dans des recherches de Paléontologie stratigraphique faites en collaboration avec G. CUVIER sur le Bassin de Paris, contribua non seulement aux progrès de la Minéralogie, mais à ceux de la Lithologie en publiant sa classification des Roches homogènes et hétérogènes (1827), remarquable par la clarté et la netteté de ses conclusions.

A. DUFRÉNOY, qui fut avec Élie DE BEAUMONT le réalisateur de la première Carte géologique de la France, allia aux qualités du cristallographe et du chimiste celles d'un excellent naturaliste. Il considérait que les propriétés physiques de tous genres doivent servir au diagnostic et à la définition des espèces. Il attachait, d'autre part, une grande importance aux conditions géologiques de leur gisement, et son *Traité de Minéralogie* présente ces divers points de vue d'une façon fort attrayante.

DELAFOSSE, qui lui succéda en 1857, insista aussi sur l'emploi des caractères physiques et fournit une ingénieuse interprétation de l'hémiédrie cristalline, qu'il rattacha à la dissymétrie de certains phénomènes physiques.

DES CLOIZEAUX montra l'importance des propriétés optiques pour la connaissance des espèces minérales transparentes et décrivit avec beaucoup de précision les caractères cristallographiques et optiques d'un très grand nombre de Minéraux (*Manuel de Minéralogie*, 1863-1893).

A. LACROIX lui succéda en 1893. Il est à remarquer que l'organisation du Laboratoire de recherches du Muséum ne date que de l'époque de sa nomination.

A. LACROIX montra comment il était nécessaire, en Minéralogie, d'établir un équilibre entre toutes les méthodes d'observation ; dans son magistral *Traité sur la Minéralogie de la France et de ses colonies* (1893-1913), il rapprocha la Minéralogie de la Géologie en s'attachant à préciser les variations de forme et de composition des Minéraux en fonction de leurs conditions de gisement, soigneusement étudiées, afin d'en déduire des conclusions sur leur genèse. La même méthode est suivie dans sa *Minéralogie de Madagascar* (1922-1923).

Étendant ses conceptions à la Lithologie, A. LACROIX résumé des données nouvelles sur le mode de formation des roches volcaniques (*Les Enclaves des Roches volcaniques*, 1894), sur le Métamorphisme de contact et sur la Pétrographie en général. S'appuyant sur un nombre considérable d'observations personnelles, il a modifié et perfectionné, par l'introduction des données minéralogiques et chimiques quantitatives, la classification de FOUQUÉ et MICHEL-LÉVY. Sur les mêmes bases précises, il a étudié les Météorites et les Tectites.

Dans le domaine de la Vulcanologie, ses travaux sur les éruptions de la Montagne Pelée (1904-1908) et du Vésuve (1907) sont devenus classiques.

Enfin son goût pour l'histoire des Sciences nous a valu des volumes captivants sur de nombreux géologues, minéralogistes et naturalistes français (*Déodat Dolomieu*, 1921 ; *Figures de Savants*, 1932).

P. GAUBERT s'est consacré aux recherches de cristallogenèse. Il a étudié l'influence des courants de convexion et de concentration, de la vitesse de cristallisation et de la présence des matières étrangères sur la formation des cristaux (1902-1905). Ces dernières jouent le rôle principal dans les modifications de facies lorsqu'elles passent dans le cristal en voie de formation. Les sphérolites à enroulement hélicoïdal et les cristaux liquides ont aussi longuement retenu son attention. Il a précisé beaucoup de leurs propriétés (1909-1916-1933), et pour les cristaux liquides il a donné de très nombreuses mesures de leurs indices de réfraction (1913).

Dans sa monographie sur le groupe des Chlorites, J. ORCEL a précisé la composition chimique, les propriétés physiques et les conditions de gisement d'un grand nombre de ces minéraux, qu'il a souvent recueillis lui-même, et montré comment l'on pouvait mettre en œuvre certaines méthodes de la physico-chimie pour trouver des caractères spécifiques nouveaux. Dans le cas des silicates hydratés et des hydrates naturels, l'analyse thermique différentielle de M. LE CHATELIER fournit des données essentielles pour la définition des espèces (les argiles, par exemple) qui cristallisent un agrégat d'une extrême finesse.

On doit, d'autre part, à ce savant l'introduction en France des méthodes d'examen microscopique des Minerais métalliques et la mise au point d'un procédé de détermination, en lumière polarisée, des pouvoirs réflecteurs des Minéraux opaques à l'aide de la cellule photoélectrique. La grande sensibilité de ce procédé permet d'étudier la dispersion et de définir la biréflectence des espèces anisotropes opaques.

X. — Deuxième poste de garde du Cabinet.

ORIGINE DE LA CHAIRE DE *Zoologie des Mammifères et des Oiseaux*.

Le 7 septembre 1766, un brevet de garde et sous-démonstrateur au Cabinet d'Histoire naturelle du Roy fut accordé par le roi Louis XV à Edmée-Louis DAUBENTON, dit DAUBENTON le cadet, « attaché depuis dix-sept ans au Cabinet de Sa Majesté ».

Le 31 mai 1784, il reçut un brevet de retraite de 3 000 livres. Il fut probablement remplacé par LACÉPÈDE, que l'on trouve avec le même titre lorsqu'il donne sa démission acceptée le 9 avril 1793.

Il est probable que c'est le même poste qui, sous le titre de « sous-garde et sous-démonstrateur du Cabinet National d'Histoire naturelle », fut donné le 16 mars 1793 à Étienne GEOFFROY SAINT-HILAIRE.

Le décret du 10 juin 1793 (an II) nomma ce dernier professeur de Zoologie (Quadrupèdes, Cétacés, Oiseaux, Reptiles, Poissons).

Cette Chaire fut dédoublée dès le retour en grâce de LACÉPÈDE (1794, Frimaire an III) et Étienne GEOFFROY SAINT-HILAIRE conserva la Chaire de *Zoologie des Mammifères et des Oiseaux*, occupée ensuite par Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE (1841-1861), Henri MILNE-EDWARDS (1861-1876), Alphonse MILNE-EDWARDS (1876-1900), Émile OUSTALET (1900-1906), Édouard TROUESSART (1906-1926), Édouard BOURDELLE (1926).

AIDES-NATURALISTES. — Dès l'origine (1794), on trouve comme aide-naturaliste DUFRESNE, mais il paraît être passé immédiatement à la Chaire de Malacologie (XII). DESMOULINS occupe le poste de 1794 à 1832, puis Florent PREVOST de 1832 à 1870. Il y avait à l'époque deux postes d'aide-naturaliste. L'un était chargé de la Ménagerie (Florent PRÉVOST). Puis vinrent PUCHERAN (1855), VERREAUX (1865), A. MILNE-EDWARDS, devenu professeur en 1876 ; OUSTALET (1873-1900), devenu professeur en 1900 ; HUET (1876-1903), SAUVINET (1890-1922) (Voir *Ménagerie*), MÉNÉGAUX (1901-1926), puis BERLIOZ (1926), ces deux derniers étant uniquement affectés au service de la Chaire.

ACTIVITÉ DE LA CHAIRE. — Au cours de son existence, cette Chaire de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux a eu une très grande activité scientifique. Débordant l'étude morphologique et systématique des Mammifères et des Oiseaux, elle a étendu ses travaux à la Biologie et à la Biogéographie, au développement normal ou anormal des différentes formes ; elle a étudié l'évolution des êtres vivants.

Parmi les publications les plus marquantes, il faut citer les œuvres impérissables d'Étienne GEOFFROY SAINT-HILAIRE (1793-1841) sur la *Philosophie anatomique* (1818-1822), le *Catalogue des Mammifères du Muséum d'Histoire naturelle* (1803), l'*Histoire naturelle des Mammifères* (1840-1842). L'on a, de son fils, Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE (1841-1861), l'*Histoire des Anomalies de l'organisation* (1852), l'*Introduction à la Zoologie générale* (1851). On possède d'Henri MILNE-EDWARDS (1861-1886) le monument que constituent les *Leçons d'Anatomie et de Physiologie comparée* (1857-1881).

Alphonse MILNE-EDWARDS est l'auteur d'ouvrages remarquables sur l'*Histoire naturelle de Madagascar* (en collaboration avec G. GRANDIDIER), *de la Chine et du Thibet* et sur les *Oiseaux fossiles*.

Les travaux d'OUSTALET sur les *Oiseaux de la Chine et du Thibet* (1877, en collaboration avec l'abbé DAVID) constituent une œuvre fondamentale et de tout premier plan.

Le *Catalogus Mammalium* des Mammifères vivants et fossiles d'E.-L. TROUESSART, avec les éditions de 1885, de 1889 et son supplément de 1905, constitue encore un document incomparable.

L'important matériel accumulé dans les collections de Mammifères et d'Oiseaux atteignant, à l'heure actuelle, sans compter les doubles, près de 200 000 pièces cataloguées,

a donné lieu à de nombreuses études générales ou spéciales d'espèces, de groupes et de faunes, auxquelles se rattachent, outre les grands noms déjà cités, ceux de VIEILLOT, LESSON, prince Ch. BONAPARTE, PUCHERAN, DE POUSARGUES, BRAZIL, SALVADORI, SHARPE, ELLIOT et lord ROTHSCHILD.

A l'heure actuelle, l'activité scientifique de la Chaire de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux ne s'est pas ralentie et se traduit par de nombreuses publications d'E. BOURDELLE (Équidés sauvages et domestiques), de J. BERLIOZ (Ornithologie générale et spéciale), de P. RODE (Caractères généraux et spéciaux, sérologie des Mammifères et Faune de France), de P. MATHIAS (Mammifères), de DELACOUR (Oiseaux d'Indochine), de GRANDIDIER (Faune de Madagascar), de JABOUILLE (Oiseaux d'Indochine), etc.

XI. — Adjoint à la garde du Cabinet.

ORIGINE DE LA CHAIRE DE *Géologie*.

Ce poste fut créé pour FAUJAS DE SAINT-FOND, qui en reçut le brevet le 1er juillet 1787. Le décret du 10 juin 1793 le nomma professeur de Géologie. Il conserva cette Chaire jusqu'en 1819, et il eut comme successeurs CORDIER (1819-1861), Auguste DAUBRÉE (1861-1892), Stanislas MEUNIER (1892-1920), Paul LEMOINE (1920).

AIDES-NATURALISTES. — Le premier aide-naturaliste de la Chaire paraît avoir été MILLIÈRE (....-1819). RÉGLEY lui succéda de 1879 à 1833 ; DESNOYERS ne fit que passer dans ce poste (1833) avant de devenir Bibliothécaire. Charles D'ORBIGNY le remplaça de 1834 à 1864. Ensuite, Stanislas MEUNIER (aide-naturaliste de 1864 à 1892) joua un grand rôle, car, DAUBRÉE étant constamment occupé ailleurs, il géra vraiment la Chaire et s'imposa comme professeur à la mort de DAUBRÉE. Il choisit comme successeur Georges RAMOND (1892-1923), proche parent des JUSSIEU, qui, lors de sa mise à la retraite, fut remplacé par René ABRARD (1923).

ACTIVITÉ DE LA CHAIRE. — Les travaux de FAUJAS DE SAINT-FOND portent sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay et de l'Histoire naturelle de la montagne Saint-Pierre à Maestrich ; il avait d'ailleurs parcouru presque toute l'Europe. Son œuvre est considérable, et il est vraiment l'un des fondateurs de la Géologie.

CORDIER a véritablement créé les collections de Géologie, qui passèrent de 1 500 à 200 000 échantillons, recueillis dans ses voyages personnels ; ses travaux sur l'origine des calcaires et des dolomites, sur la composition et la classification des roches, témoignent de son attachement à ce qu'il appelait la Géologie positive, c'est-à-dire à la méthode d'observation sur le terrain.

DAUBRÉE a surtout appliqué la méthode chimique à la Géologie, étudié l'importance de la transformation des minéraux et des roches sous l'influence de divers agents, comme l'eau et la pression, c'est-à-dire du métamorphisme. Il a établi une classification des cas-

sures terrestres, encore quelquefois employée ; il essaya de contrôler les données de l'observation par les résultats de l'expérimentation et a créé la Géologie expérimentale. Il a constitué le premier une collection de météorites ; cette collection, aujourd'hui la plus importante du monde, est actuellement passée dans le service de Minéralogie (M. LACROIX, professeur).

Stanislas MEUNIER a continué les recherches de DAUBRÉE sur la Géologie comparée (météorites) et sur la Géologie expérimentale ; mais il s'est surtout attaché à l'étude des phénomènes actuels, se considérant à cet égard comme le successeur de LYELL. Tous les géologues sont actuellement unanimes pour admettre aux époques géologiques l'existence de phénomènes très analogues aux phénomènes actuels.

Il a le premier donné un travail d'ensemble sur la Géologie du Bassin de Paris, publié la liste des sondages profonds qui y sont connus, des tremblements de terre qui y ont été signalés. Il montre que, même dans cette région calme, leur répartition est liée aux axes tectoniques. Avec NASSANS, assistant, il a étudié la variation du degré géothermique dans cette région. Il a montré la complexité de la transgression lutétienne dans le Bassin de Paris, et, sous son influence M. Paul LEMOINE a poursuivi, avec une grande activité, l'étude méthodique de la région parisienne.

Les travaux de René ABRARD, sous-directeur de la Chaire, sur le Calcaire Grossier ont rénové les idées sur la sédimentation à l'époque lutétienne.

Avec une subvention du Conseil général de la Seine, il a pu être créé un poste d'assistant chargé spécialement de l'étude géologique des grands travaux publics qui sont constamment effectués dans la région de Paris. M. SOYER, assistant de ce nouveau service, y déploie une grande activité et le Muséum joue actuellement un grand rôle dans l'étude et l'exécution des grands travaux de la Ville de Paris et du Département de la Seine.

En même temps, n'oubliant pas qu'il fut l'un des premiers à étudier la Géologie de nos Colonies françaises (Madagascar, 1902-1903 ; Maroc, 1904 ; A. O. F., 1905-1912) Paul LEMOINE a beaucoup encouragé ses collaborateurs à poursuivre des études de ce genre.

M. FURON vient de donner un mémoire d'ensemble sur la Géologie du Soudan. Les géologues de l'A. E. F., MM. BABET et LOMBARD, pendant leurs séjours à Paris, étudient leurs matériaux au laboratoire. M. LACOSTE vient d'étudier la Géologie du Rif occidental, le pays du pétrole marocain, et M. LAFFITTE apporte des documents nouveaux sur l'Aurès, d'une importance considérable au point de vue de la sédimentation.

XII. — Botaniste du Roi.

ORIGINE DE LA CHAIRE DE *Malacologie*.

Il apparaît qu'en 1789 le chevalier DE LAMARCK était botaniste du Roy, attaché au Cabinet d'Histoire naturelle. Le décret du 10 juin 1793 le nomma professeur de Zoologie (Insectes, Vers et Animaux microscopiques).

A sa mort, sa Chaire fut dédoublée en « Histoire naturelle des Annélides, Zoophytes, Mollusques » pour DE BLAINVILLE et en « Histoire naturelle des Crustacés et Insectes ».

On peut considérer que la première constitue la lignée de LAMARCK, surtout malacologiste. Henri DE BLAINVILLE (1830-1832), devenu professeur d'Anatomie comparée ; Achille VALENCIENNES (1832-1865), Henri DE LACAZE-DUTHIERS (1867-1869), devenu professeur à la Sorbonne ; Paul DESHAYES (1869-1876), Edmond PERRIER (1876-1903), Louis JOUBIN (1903-1935) l'occupèrent tour à tour. Elle est actuellement vacante.

En 1917, la Chaire de Malacologie fut à nouveau dédoublée, Louis JOUBIN conservant les Spongiaires, les Cœlentérés, les Échinodermes et les Mollusques, les Vers, les Arachnides et Crustacés et les Protozoaires étant attribués à M. Ch. GRAVIER, titulaire de la nouvelle Chaire de Zoologie.

AIDES-NATURALISTES. — La Chaire possède actuellement deux postes de sous-directeurs.

Le premier poste date de l'origine ; il a été occupé par GAUTHIER (1793-1794), DUFRESNE (1794-1834), L. ROUSSEAU (1834-1860), HUPPE (1860-1868), Edmond PERRIER (1868-1870), devenu titulaire de la Chaire de Malacologie, puis par DE ROCHEBRUNE (1881-1910), et E. LAMY (9 janvier 1911-1932). Sa succession a été donnée à PETIT, qui n'y compte que pour ordre et qui est affecté à la Chaire des Pêches et Productions coloniales d'origine animale (professeur : M. GRUVEL).

Le second poste paraît avoir été créé pour BERNARD (1889-1898). Il fut remplacé par Ch. GRAVIER (1898-1917), devenu professeur de la Chaire de Zoologie (Vers et Crustacés), puis par Louis GERMAIN (1917).

PRINCIPALES DÉCOUVERTES ET ORGANISATIONS. — 1793. DE LAMARCK. Organisation des collections ayant servi de bases à *L'Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres*. Théories fondamentales développées dans la *Philosophie zoologique* (Paris, 1809, 2 vol.).

1830. DE BLAINVILLE, ultérieurement professeur d'Anatomie comparée (VII). Publication d'un *Traité de Malacologie*.

1832. VALENCIENNES. Anatomie du Nautile.

1865. DE LACAZE-DUTHIERS. Organisation des collections d'Animaux conservés en alcool.

1869. DESHAYES. Organisation des collections de Mollusques, publication de ses importants travaux sur les animaux sans vertèbres du Bassin de Paris.

1876. E. PERRIER. Théorie des colonies animales (qui eut en 1880-1882 un grand retentissement). Théorie de la Tachygenèse (en collaboration avec M. le professeur Ch. GRAVIER). Ses travaux sur les Crinoïdes et son ingénieuse théorie des Colonies animales font toujours autorité.

Louis JOUBIN, professeur honoraire, a fait de belles recherches sur les Céphalopodes atlantiques, les Némertes de l'Antarctique, les Coraux de la Méditerranée.

Ch. GRAVIER, quand il était sous-directeur de la Chaire, a étudié sur place les Coraux du golfe de Guinée et de la côte des Somalis.

E. LAMY, sous-directeur honoraire, est un des meilleurs connaisseurs des Pélécypodes, et en particulier des *Arca*.

Louis GERMAIN, sous-directeur, est bien connu par ses travaux sur les Mollusques continentaux et fluviatiles et sur la Biogéographie.

XIII. — Création de la Chaire de Zoologie des Reptiles et des Poissons.

Le comte DE LACÉPÈDE, qui avait été officier du Jardin du Roy, mais qui avait dû démissionner en 1793 (il avait été remplacé par Étienne GEOFFROY-SAINT-HILAIRE), revint en grâce en 1795, après la Terreur, et on créa immédiatement pour lui une nouvelle Chaire « Zoologie des Reptiles et des Poissons ». Il l'occupa au moins théoriquement jusqu'en 1825, je dis théoriquement parce que, grand Conseiller de l'Empereur, premier Grand-Chancelier de l'ordre de la Légion d'Honneur, il fut très absorbé par d'autres occupations et rendit surtout service au Muséum en lui assurant le concours et la sympathie du Gouvernement.

Constant DUMÉRIL, qui avait suppléé LACÉPÈDE, lui succéda (1825-1857), remplacé par Auguste DUMÉRIL (1857-1870), puis, après une interruption de cinq années par Léon VAILLANT (1875-1909) et enfin par le titulaire actuel Louis ROULE (1910).

AIDES-NATURALISTES. — L'origine du poste de sous-directeur est incertaine. On indique DUFRESNE (1793-1816), mais à la même époque il est également aide-naturaliste dans la Chaire de LAMARCK (XII) (Malacologie). En 1816, VALENCIENNES est d'abord nommé aide-naturaliste dans cette Chaire et, en 1832, il devient professeur de Malacologie. Ses successeurs sont BIBRON (1832-1845), puis A. DUMÉRIL (1845-1857), qui devient titulaire de la Chaire. Ensuite, le poste est occupé par GUICHENOT (1875-1884), puis par MOCQUARD (1884-1908, mort en 1917) et enfin par Jacques PELLEGRIN (1er décembre 1908).

ACTIVITÉ DE LA CHAIRE. — L'étude et la description des collections relevant de la Chaire ont permis la publication de plusieurs grandes œuvres classiques : l'*Histoire naturelle des Poissons*, par LACÉPÈDE (5 volumes, 1798-1803) ; l'*Histoire naturelle des Poissons*, par CUVIER et VALENCIENNES (22 volumes, 1828-1849) ; l'*Erpétologie générale, Histoire naturelle des Reptiles et Batraciens*, par C. DUMÉRIL et BIBRON (9 volumes, 1834-1841).

Les croisières océanographiques du *Travailleur* et du *Talisman*, effectuées en 1883-1884, ont permis à Léon VAILLANT d'être l'un des premiers à décrire les Poissons des grands fonds marins. Ces études ont continué avec Louis ROULE, grâce à l'appoint des collections du prince de Monaco. En outre, les travaux de la Chaire portent en majorité vers les investigations sur les Reptiles et les Poissons des eaux douces de nos grandes colonies et sur l'ichthyologie appliquée à la pisciculture (laboratoire spécial subventionné par le Ministère de l'Agriculture).

XIV. — Création de la Chaire d'Entomologie.

A la mort de LAMARCK (1829), sa Chaire fut dédoublée, et l'on créa une Chaire d'Histoire naturelle des Crustacés et Insectes ; elle fut confiée à LATREILLE, aide-naturaliste depuis 1800 qui, mourut après trois ans de professorat.

AUDOUIN (né le 29 avril 1797) lui succéda (1833-1841); il était d'ailleurs le collaborateur du service depuis 1816 et le gendre d'Alexandre BRONGNIART, le créateur (en 1824) des *Annales des Sciences Naturelles*; il avait en 1825 suppléé LAMARCK, vieux et aveugle, et son aide-naturaliste LATREILLE, malade, affligé d'une malformation du maxillaire inférieur.

A la mort d'AUDOUIN, la Société Entomologique tint une réunion extraordinaire, délibéra sur le choix d'un successeur et proposa en première ligne LACORDAIRE, en deuxième ligne DUFOUR. Cette immixtion, inconcevable et inadmissible, fit que le Muséum et le ministre choisirent Henri MILNE-EDWARDS (1841-1862), alors aide-naturaliste. Il s'occupa surtout de Crustacés et, en 1882, prit la Chaire de Zoologie des Mammifères et Oiseaux. BLANCHARD (1862-1896) lui succéda ; il ferma le laboratoire aux entomologistes amateurs et ne laissa que des collections amoindries à son successeur Eugène-Louis BOUVIER (1896-1931), qui les développa, attira de nombreux bienfaiteurs et reconstitua des collections dignes d'un grand pays colonial.

JEANNEL (1931) lui succéda, et il vient d'annexer à sa Chaire un service spécial d'Entomologie appliquée.

La Chaire possède deux postes de sous-directeurs.

Le premier remonte à l'origine même de la Chaire et lui est même antérieur, car, dès 1826 et jusqu'en 1833, on trouve comme aide-naturaliste AUDOUIN, qui devient professeur en remplacement de LATREILLE. Ses successeurs furent BRULLÉ (1833-1838), puis Émile BLANCHARD (1838-1862), devenu également professeur d'Entomologie ; Alphonse MILNE-EDWARDS (1862-1870) ; qui a dû passer à cette date comme aide-naturaliste à la Chaire de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux, dont il devait devenir le titulaire en 1876. KUNCKEL D'HERCULAIS fut ensuite aide naturaliste de 1870 à 1918 et fut remplacé par BERLAND.

Le second poste paraît avoir été créé pour LUCAS (1855-1892) ; Ch. BRONGNIART (1892-1899, mort en 1899), lui succéda ; il fut remplacé par LESNE (1899).

ACTIVITÉ DE LA CHAIRE. — LATREILLE (1830-1833) est considéré comme le fondateur de la classification des Animaux articulés, dont il a le premier fixé les cadres, et il avait reçu de ses contemporains le titre de « Prince de l'Entomologie ».

AUDOUIN (1833-1841) porta principalement son activité vers l'Entomologie appliquée, qui présentait à son époque une école française très importante avec les noms de GUÉRIN-MÉNEVILLE, GOUREAU, GIRARD, etc. Il a achevé la *Description de l'Égypte* lorsque SAVIGNY, qui traitait les Arthropodes et qui gravait les planches, devint aveugle.

Henri MILNE-EDWARDS (1841-1862) est l'auteur d'un magistral ouvrage sur l'Anatomie et la Physiologie comparées des Invertébrés, mais il a publié aussi de nombreux travaux sur les Crustacés et notamment une *Histoire naturelle des Crustacés*.

On doit à Émile BLANCHARD (1865-1895) un *Traité sur les métamorphoses des Insectes*, classique à son époque, avec une série d'admirables planches d'anatomie des animaux articulés (Organisation du règne animal) basées sur d'innombrables et soigneuses dissections et divers traités qui, malgré leur titre *Histoire naturelle des Insectes*, ne contiennent que de la systématique.

Plusieurs de ses collaborateurs firent aussi des travaux remarquables : BRULLÉ publia les *Insectes de Morée et du Mexique*; Hippolyte LUCAS fit paraître presque au lendemain de la conquête une *Exploration scientifique de l'Algérie*, pendant de la *Description de l'Égypte*. KUNCKEL D'HERCULAIS écrivit l'édition française de Brehm, qui est une véritable œuvre originale sur les mœurs des Insectes, une monographie des Mouches appelées Volucelles et d'imposants volumes sur les Criquets migrateurs d'Afrique.

E.-L. BOUVIER (1895-1931), surtout carcinologue, publia de nombreux travaux sur les Crustacés, notamment sur les Pycnogonides, et une monographie des *Atyidæ* ; mais il a donné aussi une monographie des Onychophores (Péripates) et divers livres sur la Biologie, en particulier *La Vie psychique des Insectes*.

R. JEANNEL a une œuvre scientifique très considérable. Spécialiste de la faune cavernicole, il a exploré plusieurs centaines de grottes en Europe, en Afrique ou en Amérique du Nord, et a publié de nombreuses monographies sur certains Insectes coléoptères qui peuplent ces grottes et étudié les conditions de répartition de ces animaux en jetant la lumière sur leur origine et leur phylogénie. P. LESNE, sous-directeur, spécialiste réputé d'Entomologie appliquée, a publié notamment de nombreux travaux sur les Coléoptères xylophages. L. BERLAND, sous-directeur, a fait paraître récemment un livre sur l'ensemble des Arachnides (biologie et systématique) et étudie actuellement les Insectes hyménoptères.

XV. — Création de la Chaire de Physiologie générale.

En 1837 (24 décembre), une Chaire nouvelle fut créée pour Frédéric CUVIER ; le titre avait été longuement discuté (Psychologie des animaux, Zoologie générale et enfin Physiologie comparée) ; la Ménagerie prenait à ce moment un grand développement, et l'on avait jugé nécessaire de mettre à sa tête un professeur titulaire. Cette Chaire était en effet ce que nous appellerions aujourd'hui une Chaire d'Éthologie, ayant pour but l'étude des mœurs des animaux.

Malheureusement, Frédéric CUVIER ne l'occupa que quelques mois, et son orientation actuelle lui fut donnée presque immédiatement par la nomination d'un physiologiste illustre, FLOURENS (1838-1868). Son successeur fut Claude BERNARD (1868-1879), qui fit adopter le nom de « Physiologie générale et comparée ». Elle a été occupée ensuite par Charles ROUGET (1879-1893), Nestor GREHANT (1893-1911), Louis LAPICQUE (1911-1920), Jules TISSOT (1920). Sur la demande de celui-ci, le titre de la chaire est devenu Physiologie générale (8 décembre 1933).

AIDES-NATURALISTES. — En 1838, DESCHAMPS ; 1841, DUMÉRIL ; 1849, PHILIPEAUX ; 1869, GREHANT, devenu professeur ; 1893, GLEY. Il donne sa démission en mai 1908 à la suite de son élection comme professeur de Biologie générale au Collège de France. Il est remplacé par NICLOUX, nommé professeur à Strasbourg en 1919. Puis le poste reste vacant, et, en 1934, RABATÉ est nommé pour ordre, venant de la Physique végétale.

FLOURENS a conquis pour la Physiologie le droit de cité qu'on ne lui avait pas accordé encore à l'époque où MAGENDIE professait ses admirables leçons sur les phénomènes physiques de la vie ; il imposa, grâce à ses brillantes démonstrations, les résultats de la méthode expérimentale. Ses recherches sur les fonctions du cerveau et sur le rôle du cervelet dans la coordination des mouvements (1824) ouvraient une voie nouvelle. FLOURENS apparaît comme l'un des initiateurs des méthodes qui ont permis à la Physiologie de se constituer. L'ablation partielle ou totale des hémisphères cérébraux chez le Pigeon, la piqûre du bulbe et la découverte du « nœud vital » sont des expériences révélatrices et décisives.

De Claude BERNARD (1868-1879) un des plus grands titres de gloire est d'avoir engagé la Physiologie dans la voie du déterminisme expérimental, dont il est le créateur ; par l'application de sa méthode expérimentale, il a exercé une influence considérable sur le développement de la Physiologie générale. Les deux découvertes les plus importantes de Claude BERNARD ont trait à la fonction glycogénique du foie et aux nerfs vaso-moteurs, constricteurs et dilatateurs. Il faut citer aussi celles sur la sensibilité récurrente, les fonctions du pancréas, la chaleur animale, le nerf spinal, la corde du tympan, etc.

La principale découverte de ROUGET est celle des terminaisons de fibres nerveuses motrices dans les muscles, terminaisons appelées *plaques motrices*.

N. GRÉHANT a fait de beaux travaux sur la circulation du sang, sur l'énergie musculaire et surtout sur des questions de Toxicologie (rôle de l'oxyde de carbone).

M. LAPICQUE, actuellement professeur à l'Université de Paris, a fait au Muséum des études anthropologiques sur la race noire, a comparé l'évolution quantitative du système nerveux chez les Vertébrés, déterminé la ration d'entretien chez les animaux à sang chaud. Il a rendu de grands services à la Défense Nationale.

L'activité scientifique du professeur J. TISSOT, s'est manifestée dans les directions suivantes :

1° Étude de méthodes de détermination des combustions respiratoires ;

2° Étude des nouveaux procédés de dosage des gaz combustibles qui a abouti à deux appareils nouveaux, l'un pour le dosage du grisou, l'autre de l'oxyde de carbone ;

3° Sur la demande du Ministre de la Guerre, M. J. TISSOT a assuré le fonctionnement d'un laboratoire de recherches appliquées à la Défense Nationale, et en particulier à la protection contre les gaz toxiques. Il a obtenu des résultats de grande importance, notamment la création de deux appareils respiratoires protecteurs de grande puissance, basés sur des principes différents et ayant des applications différentes ;

4° Dès l'année 1920, les recherches de Physiologie générale ont été dirigées vers l'étude du mécanisme de la coagulation du sang (1926), puis vers celle des réactions de l'organisme contre les substances albuminoïdes injectées dans le sang. Sur le second point, ses recherches ont donné une explication nouvelle du phénomène d'anaphylaxie.

Appliquant ses recherches au traitement du cancer, il a étudié pendant cinq années la nature des tissus cancéreux et des tissus normaux. Les résultats ont été publiés dans la *Constitution des organismes animaux et végétaux*. J. TISSOT y expose que :

1° Les bactéries ne seraient que des éléments de segmentation ou de fructification des moisissures ou champignons constitués par un mycélium ramifié ;

2° Les tissus normaux de l'organisme sain seraient constitués exclusivement par des éléments de moisissure, y compris le tissu nerveux, encéphale, nerfs, etc. ;

3° La théorie cellulaire qui veut que l'organisme et tous les organes soient constitués par des éléments cellulaires définis et indépendants serait inexacte. Les éléments qui constituent les organes ne seraient que les extrémités différenciées de fibres mycéliennes provenant de l'encéphale, qui est le centre et le point de départ de toute la végétation organique de l'animal. Il a voulu démontrer également que la constitution élémentaire des tissus végétaux est identique à celle des animaux. Il en résulterait que les organismes animaux et végétaux sont la source originelle de tous les virus des maladies qui nous atteignent.

XVI. — Création de la Chaire de Physique appliquée.

Le 24 juillet 1838, le gouvernement de Louis-Philippe créa encore une nouvelle Chaire au Muséum, « Physique appliquée aux sciences naturelles », pour Antoine-César BECQUEREL, dont les travaux avaient déjà une grande notoriété.

Une lignée continue d'illustres physiciens se succédant de père en fils a occupé cette Chaire, dite des BECQUEREL : Edmond (1878-1892), Henri (1892-1909), Jean (1909).

AIDES-NATURALISTES. — Le poste d'aide-naturaliste a été créé en 1844 pour Edmond BECQUEREL, auquel a succédé en 1878 son fils Henri. Lorsque celui-ci fut nommé professeur, Daniel BERTHELOT illustra ce poste (1892-1903) ; Jean BECQUEREL l'occupa ensuite (1er juillet 1903, nommé professeur par arrêté du 11 mars 1909), et MATOUT en fut le titulaire de 1909 à 1934. Yves LE GRAND vient d'y être nommé (1935).

TRAVAUX ET DÉCOUVERTES SCIENTIFIQUES. — Lois des phénomènes thermo-électriques (Antoine-César BECQUEREL, 1823).

Découverte de la pile à courant constant (A.-C. BECQUEREL, 1829).

Découverte de la production d'électricité dans les actions chimiques de la lumière. *Actinomètre électro-chimique* (Ed. BECQUEREL, 1839).

Découvertes et nombreux travaux sur la phosphorescence (A.-C. BECQUEREL, Ed. BECQUEREL, Henri et Jean BECQUEREL, 1843-1910). *Phosphoroscope* (Ed. BECQUEREL, 1848).

Premier procédé de photographie des couleurs (Ed. BECQUEREL, 1848).

Phénomènes électro-capillaires (A.-C. BECQUEREL, 1867).

Principe de la sensibilisation des plaques photographiques pour diverses couleurs (Ed. BECQUEREL, 1874).

Découverte du pouvoir rotatoire magnétique des gaz (Henri BECQUEREL, 1875).

Lois de l'absorption de la lumière dans les minéraux et cristaux biréfringents (Henri BECQUEREL, 1888). *Découverte de la radioactivité* (Henri BECQUEREL, 1896).

Travaux sur la pyrométrie optique et sur l'équation caractéristique des fluides (Daniel BERTHELOT).

Décomposition des bandes d'absorption des cristaux par un champ magnétique (Jean BECQUEREL, 1906) et *découverte de la polarisation rotatoire paramagnétique* (Jean BECQUEREL, 1907).

Création d'un nouveau chapitre de l'optique, *Les phénomènes optiques aux très basses températures* (Jean BECQUEREL, 1907-1934); *Le rôle du champ électrique cristallin dans les phénomènes optiques et magnétiques* (Jean BECQUEREL, 1929). Diverses lois d'aimantation des cristaux aux très basses températures (Jean BECQUEREL, 1927-1934).

XVII. — Chaire de Physique végétale.

Le Second Empire créa, le 4 mars 1857, la Chaire de Physique végétale pour George VILLE, plus ou moins apparenté à l'Empereur ; Léon MAQUENNE (1898-1926), Marc BRIDEL (1926-1931), la remplirent ensuite en la déviant dans le sens de la Chimie biologique. La Chaire est restée vacante à partir de 1931, et elle vient d'être supprimée par décret-loi du 22 juin 1934.

ASSISTANTS. — Le premier assistant de la Chaire paraît avoir été ROUX (1893-1905) qui, mis en congé en 1905, démissionna le 29 février 1908. Il fut remplacé par DEMOUSSY (François-Emmanuel-Ernest-Émile) le 31 octobre 1905, d'abord à titre provisoire, puis à titre définitif (29 février 1908) ; celui-ci fut mis à la retraite en 1931 et remplacé par J. RABATÉ le 15 juin 1931.

La Chaire ayant été supprimée (1934), J. RABATÉ a été transféré pour ordre à la Chaire de Physiologie générale, dont le poste de sous-directeur avait été supprimé également par le même décret-loi. Il continue à travailler au Laboratoire de Physique végétale, rattaché désormais à la Chaire de Chimie.

ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE DE LA CHAIRE. — George VILLE, d'abord apprenti-horloger, effectua ensuite de brillantes études en pharmacie et fut nommé, à l'âge de trente-trois ans, professeur de Physique végétale au Muséum ; il occupa cette Chaire jusqu'à sa mort, en 1897, survenue à l'âge de soixante-treize ans. Il est surtout connu par ses travaux sur l'assimilation de l'azote de l'air par les plantes ; il a montré que les Légumineuses sont susceptibles de fixer l'azote de l'air ; ces conclusions, diamétralement opposées à celles de BOUSSINGAULT, soulevèrent une longue polémique ; celle-ci ne fut close que par les recherches de Marcellin BERTHELOT, signalant les actions microbiennes qui entrent en jeu dans la fixation de l'azote de l'air par les plantes. George VILLE s'est surtout consacré à l'étude systématique des engrais chimiques en agriculture. Les essais, effectués sur les champs d'expérience de Vincennes, ont rendu à l'Agronomie de réels services.

Léon MAQUENNE (1897), chimiste d'origine et de goût, a consacré cependant la plupart de ses travaux aux problèmes de Physiologie végétale. Ses études sur l'assimilation chlorophyllienne et sur la respiration des feuilles, commencées avec DEHÉRAIN en 1885 et reprises par lui en 1910, devaient aboutir en 1924 à un remarquable exposé d'une théorie nouvelle de l'assimilation du gaz carbonique, sous l'influence de la chlorophylle. Il étudia également la germination des graines oléagineuses, l'influence des matières minérales sur la germination, la végétation dans les milieux pauvres en oxygène. Ses études sur l'effluve électrique

furent inspirées par le désir de pénétrer le mécanisme de la photo-synthèse. Il découvrit dans les plantes l'inosite droite, la perséite, étudia le tréhalose, le mélézitose, le dulcite, l'érythrite gauche, l'amidon, etc.

Manipulateur d'une grande adresse, MAQUENNE créa de nombreux appareils fort ingénieux, le bloc pour la détermination des points de fusion, l'appareil d'absorption qui portent son nom, etc. Il laisse un ouvrage important sur les sucres (1900) et un *Précis de Physiologie végétale* (1922).

Marc BRIDEL (1927-1931) organisa le laboratoire récemment construit, puis il étudia le principe de la percolation et ses applications, le noircissement des plantes et la réversibilité des phénomènes fermentaires. Il créa une méthode biochimique utilisant un ferment nouveau, la rhammodiastase, étudia le mélézitose et le turanose, et il put isoler de nombreux hétérosides dont l'hydrolyse dégage soit un principe odorant, comme le salicylate de méthyle, soit des principes provoquant le noircissement des feuilles (aucubigénol), soit des flavonols, comme l'orobérol, etc. Il effectua l'analyse du stévioside glucoside, dont la saveur est 200 fois plus sucrée que celle du sucre de canne, etc.

Le laboratoire n'est plus qu'une section de la Chaire de Chimie (professeur M. R. FOSSE). Les recherches sur la physiologie des glucides, la composition chimique des plantes les phénomènes d'hérédité et l'étude des ferments font l'objet de principales investigations actuelles.

XVIII. — Chaire actuelle de Phanérogamie.

Sous la IIIe République, on créa en 1874 (23 mars) la Chaire de *Botanique (Classification et familles naturelles)*, qui faisait revivre l'ancienne Chaire des Jussieu « Botanique à la Campagne » supprimée en 1853 par suite de sa transformation en Chaire de Paléontologie.

Les herbiers qui, depuis plus de vingt ans, étaient passés en charge à la Chaire de Botanique au Muséum, revinrent à la nouvelle Chaire.

Édouard BUREAU en fut le premier titulaire (1874-1906). Puis, au moment de la nomination de LECOMTE (1906-1931), son titre fut transformé en *Botanique (Classification et familles naturelles de Phanérogames)*, car deux ans auparavant (1904) une Chaire analogue avait été consacrée aux Cryptogames.

Le titulaire actuel est M. H. HUMBERT, et le titre de la Chaire est maintenant *Phanérogamie* (8 Décembre 1933).

AIDES-NATURALISTES. — Le premier aide-naturaliste fut POISSON (1874-1908), remplacé par GAGNEPAIN (1909-1932), puis par BENOIST (30 juin 1933).

Mais en 1884, RENAULT, aide-naturaliste à la Chaire de Botanique (Organographie et Physiologie végétale), fut transféré à la Chaire de BUREAU avec les collections de Végétaux fossiles. C'est grâce à ce transfert que la Chaire possède deux postes de sous-directeurs. Il occupa ce poste jusqu'à sa mort (1904). Après une courte vacance, le Dr Edmond BONNET lui succéda (16 novembre 1906-1913, mort le 3 octobre 1922), puis DANGUY (1914-1928) et François PELLEGRIN (1929).

ACTIVITÉ DE LA CHAIRE. — La Chaire de Phanérogamie a en charge l'herbier général des Phanérogames et Cryptogames vasculaires, une des plus importantes collections botaniques du monde (la plus importante sans doute avec celle de Kew, Royal Botanic Garden, en Angleterre). Cette collection comprend des herbiers historiques précieux tels, que ceux de TOURNEFORT, LAMARCK, JUSSIEU, etc., et c'est une des plus riches en types originaux d'espèces. Elle s'accroît constamment, à une cadence de l'ordre de 30 000 à 40 000 spécimens par an, principalement par apports de nos colonies et par voie d'échange avec les établissements étrangers similaires. L'activité du laboratoire est spécialement orientée vers l'élaboration des flores coloniales : celle de l'Indochine, mise en œuvre par le professeur LECOMTE, est en voie d'achèvement. Elle comprendra cinq volumes d'un millier de pages environ. Celle de Madagascar va incessamment être publiée sous la direction du professeur HUMBERT. Les matériaux pour l'étude de la flore de nos colonies d'Afrique, d'Amérique, d'Océanie, sont également en cours d'élaboration.

Les professeurs Lecomte, Humbert et plusieurs de leurs collaborateurs ont fait eux-mêmes des explorations botaniques dans divers pays tropicaux.

Des collections annexes diverses (bois, fruits, graines, etc.) et une très importante bibliothèque spéciale complètent, au point de vue documentaire, les ressources uniques centralisées dans ce service.

XIX. — Chaire de Pathologie comparée.

ORIGINE DE LA CHAIRE DES *Vers et Crustacés*.

Le 30 décembre 1879 était créée une Chaire de Pathologie comparée pour Henri BOULEY, dont on avait installé le Laboratoire à la Faculté de Médecine. Il n'eut dans sa discipline qu'un seul successeur : CHAUVEAU (1886-1917), qui fit construire spécialement pour l'étude de la Physiologie expérimentale le beau laboratoire actuellement affecté à la Chaire de Physiologie générale. Là ont vu le jour, en collaboration avec Charles CONTEJEAN et J. TISSOT, ses nombreux travaux sur la nutrition, la valeur énergétique des aliments, sur l'énergie dépensée par le travail musculaire, sur l'élasticité musculaire, sur la thermogenèse, sur le rôle du pancréas, etc.

Contemporain et émule de PASTEUR, CHAUVEAU observa le premier que les germes des maladies contagieuses sont des granulations protoplasmiques que renferment les liquides virulents. Ses travaux sur la vaccine et la variole, sur la vaccination contre le charbon, sur les virus en général, sont restés célèbres. Il découvrit la présence du sucre dans le sang, en même temps que Claude BERNARD, puis démontra que le sucre est la source énergétique des travaux physiologiques de l'organisme.

A la mort de CHAUVEAU (1917), la Chaire fut transformée en Chaire de *Zoologie (Vers et Crustacés)* et confiée à M. Ch. GRAVIER, qui en fut le premier titulaire élu.

AIDES-NATURALISTES. — Le premier aide-naturaliste fut GIBIER; il fut mis en congé en 1888 et PHISALIX fit fonctions d'aide-naturaliste de 1888 à 1891 ; il devint titulaire de

l'emploi le 30 janvier 1892 et professeur intérimaire en 1897. Il est mort en 1906.

Son successeur fut LUCET (31 mai 1907), qui occupa le poste jusqu'en 1916 (décédé le 6 décembre) et fut affecté à la Ménagerie. Il est qualifié dans une lettre du 25 mai 1916 d'assistant de Pathologie chargé du service de santé de la Ménagerie (Voir *Ménagerie*).

Un nouveau poste fut créé pour J. TISSOT, qui occupa la place du 28 mai 1906 jusqu'en 1919, date à laquelle il fut nommé professeur de Physiologie générale ; d'ailleurs, la Chaire de Pathologie comparée avait été supprimée en 1917, et J. TISSOT ne comptait que pour ordre à la Chaire des Vers et Crustacés.

FAGE (6 mars 1920) fut donc en réalité le premier sous-directeur de la Chaire nouvelle.

ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE. — La Chaire de Zoologie (Vers et Crustacés), transformée en 1917, comprend : 1° les Arthropodes : Crustacés, Myriapodes, Arachnides et leurs groupes annexes (Acariens, Pantopodes, Xiphosures, etc.) ; 2° l'immense embranchement des Vers ; 3° tous les Protozoaires.

Le premier travail dans le nouveau service fut de ranger méthodiquement les genres des divers groupes dans les salles du nouveau laboratoire relativement étendu, devenu trop étroit aujourd'hui. Ces collections, toujours entretenues en bon état, ont été enrichies par des échanges avec les grands musées du monde et par des legs faits par des amateurs de premier ordre : baron DE SAINT-JOSEPH, E. CHEVREUX, H. BROLEMANN, etc. Pour le public qui fréquente les galeries, il a été préparé une collection spéciale d'un nombre relativement faible d'espèces rigoureusement sélectionnées. Pour chacun des exemplaires, une étiquette indique le nom scientifique, le nom vulgaire usité en France quand il en existe un, les parties du monde où vit l'Animal, son habitat, sa coloration à l'état vivant quand elle est remarquable, son utilisation par l'Homme lorsque le cas se présente, etc. En outre, les caractères fondamentaux des divisions zoologiques (classe, ordres, familles, genres) ont été condensés dans des tableaux dont les dimensions hiérarchisées sont en rapport avec l'importance de la division considérée. Ainsi, la collection publique répond aux principales questions que peuvent se poser les visiteurs.

XX. — Chaire de Physiologie végétale.

ORIGINE DE LA CHAIRE DE *Cryptogamie*.

Presque la même année fut créée (10 juin 1880) la Chaire de Physiologie végétale pour Pierre-Paul DEHÉRAIN ; il en fut le seul titulaire, car, à sa mort, cette Chaire fut transformée (30 juin 1904) en Chaire de *Botanique (Classification et familles naturelles de Cryptogames)*, que le ministre confia à Louis MANGIN (1904-1932). Son successeur, Pierre ALLORGE, a fait changer le titre de cette Chaire en « *Cryptogamie* » (8 Décembre 1933).

AIDES-NATURALISTES. — La Chaire de Physiologie végétale possédait un aide-naturaliste MAQUENNE, (1883-1898), qui fut nommé professeur de Physique végétale et remplacé par DEMOUSSY (1898). Quand, en 1904, la Chaire fut transformée, DEMOUSSY passa pour

ordre à la Chaire de Cryptogamie, mais continua à travailler dans le laboratoire de MAQUENNE, où il fut transféré en 1908.

A ce moment, on créa une place de sous-directeur pour HARIOT (1er mai 1908), auquel succédèrent F. CAMUS puis PATOUILLARD comme délégué, enfin, Pierre ALLORGE, devenu professeur en 1932, puis HEIM.

ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE. — La Chaire de Cryptogamie substituée à la Chaire de Physiologie végétale amputait la Chaire de Botanique de BUREAU de l'ensemble des Cryptogames, sauf des Fougères. Elle était devenue indispensable par suite des nombreux travaux qui, au cours de la seconde moitié du XIXe siècle, avaient mis en relief l'importance des Cryptogames dans le monde végétal.

Le professeur MANGIN (1904-1932) dirigea ce laboratoire durant vingt-huit ans, y continuant ses recherches sur les Champignons, la Chimie végétale, le Plancton et la Phytopathologie. L'activité qui se développa autour de lui fut la meilleure preuve de l'importance du nouveau service. Les sous-directeurs, les assistants et les préparateurs qui se succédèrent au cours de cette période mirent en évidence l'étendue considérable du domaine auquel il s'adressait. Paul HARIOT poursuivit l'étude de la systématique des Algues marines et des Champignons, tant exotiques qu'européens ; Fernand CAMUS, des Muscinées de la flore française. N. PATOUILLARD s'illustra par des travaux fondamentaux sur la systématique et l'anatomie des Champignons et devint le maître de la Mycologie tropicale. PELOURDE y entreprit des recherches de Paléobotanique ; VINCENS y étudia les Champignons inférieurs et les Pyrénomycètes ; Paul BIERS, l'histoire de la Botanique. De nombreux travaux et plusieurs thèses de doctorat s'ajoutèrent aux publications des précédents botanistes officiellement attachés au Muséum.

Sans cesse, des échantillons venant de tous les points du globe ont enrichi l'important herbier cryptogamique du Muséum, de même que des collections particulières : herbiers BORNET pour les Algues, HUE pour les Lichens ; BOUDIER, BOURDOT pour les Champignons ; CARDOT, THÉRIOT, CAMUS pour les Muscinées.

Pierre ALLORGE (1932), tout en maintenant la Chaire de Cryptogamie dans la tradition des naturalistes systématiciens qui l'ont illustrée, a étendu son domaine dans des voies diverses plus biologiques, avec des préoccupations d'ordre microbiologique, pédologique, hydrobiologique. La Phytopathologie et même la Mycologie médicale n'en sont pas exclues (création d'une Mycothèque).

La création dans ces dix dernières années de trois revues rattachées directement au Laboratoire de Cryptogamie permet de mesurer l'activité de celui-ci : *Revue algologique* (directeurs : Pierre ALLORGE et Robert LAMI), *Revue bryologique et lichénologique* (directeur : Pierre ALLORGE), *Annales de Cryptogamie exotique* (directeur : Roger HEIM).

En outre, de nombreuses excursions botaniques et deux expositions publiques annuelles de Cryptogames maintiennent le contact de ce service avec les naturalistes amateurs, permettant à ceux-ci d'en tirer un enseignement et au Laboratoire de guider les vocations.

XXI. — Création de la Chaire des Pêches et Productions coloniales d'origine animale.

Par décret du 13 juillet 1920, avec effet rétroactif du 1[er] mai, le Ministère de l'Éducation nationale créa sur fonds de concours des Colonies une Chaire de Pêches et Productions coloniales d'origine animale pour Abel GRUVEL, qui était directeur d'un laboratoire de l'École Pratique des Hautes Études près le Muséum.

Cette Chaire ne possède que deux assistants, mais l'un d'eux (Georges PETIT) a été nommé sous-directeur à titre personnel, en utilisant la place du second sous-directeur de la Chaire de Malacologie (Chaire actuellement vacante) (Chaire XII).

Depuis longtemps, les chefs des différentes expéditions maritimes ont pris à leur bord soit des médecins, soit des naturalistes chargés d'étudier et de rapporter en France des échantillons de la faune marine des pays visités. C'est ainsi que des travaux faunistiques, remarquables pour l'époque, se trouvent dans les publications parues à la suite des expéditions de BOUGAINVILLE sur la « Boudeuse » (1766-1769), sur la « Thétis » et l' « Espérance » (1824-1826), ARAGO sur l' « Uranie » et la « Physicienne » (1817-1820) ; BORY DE SAINT-VINCENT sur la « Coquille » (1822-1825), etc.

A mesure que les moyens de recherches se sont perfectionnés, les études faunistiques sont devenues de plus en plus importantes ; c'est ainsi qu'eurent lieu les expéditions du « Caudan » (1895), du « Travailleur » et du « Talisman » (1881-1883), de l' « Hirondelle » (1873-1888), de la « Princesse-Alice I » (1895), de la « Princesse-Alice II » (1898 et suivantes), etc.

Jusque-là, ces recherches n'avaient eu qu'un but tout à fait scientifique. Mais, devant la raréfaction graduelle et régulière des espèces marines destinées à l'alimentation, on s'est préoccupé de l'étude des fonds de pêche, non seulement des côtes européennes, mais aussi des *colonies françaises* et étrangères, et aussi de la recherche de tous les produits de la mer nécessaires au commerce et à l'industrie métropolitains.

Depuis longtemps déjà, les fonds de Saint-Pierre et Miquelon étaient exploités pour la pêche de la Morue, les Annamites utilisaient le Poisson pour leur alimentation propre et la fabrication des « Mam ». Mais, la plupart de nos colonies, et en particulier celles les plus rapprochées de nous, Maroc et Afrique Occidentale Française, étaient négligées, et l'industrie de la pêche était exercée uniquement par les indigènes avec des moyens primitifs.

Depuis longtemps, cependant, divers navigateurs et explorateurs avaient signalé la richesse des eaux dans la région du « Banc d'Arguin ». M. ROUME, alors gouverneur général de l'Afrique Occidentale Française, organisa pour les étudier une mission placée sous la direction d'A. GRUVEL.

Six ans après (1912), étant donnés les services rendus aux colonies par cette mission, le Ministre des Colonies demandait au Ministre de l'Instruction publique la création d'un *Laboratoire de Productions coloniales d'origine animale* à l'École Pratique des Hautes Études, près le Muséum National d'Histoire naturelle.

Puis (24 février 1920) le Ministre des Colonies, Albert SARRAUT, constatant que le Laboratoire des Hautes Études avait rendu d'importants services, non seulement à l'Afrique

Occidentale Française, mais « à l'Afrique Équatoriale Française, à Madagascar, à l'Indochine même », demandait à son collègue de l'Instruction publique la création au Muséum d'une *Chaire magistrale des Pêches et Productions coloniales d'origine animale,* ce qui fut réalisé par le décret du 13 juillet 1920 (avec effet rétroactif du 1er mai), sur fonds de concours des colonies.

La création de cette Chaire n'a donc été que l'aboutissement d'une série de travaux consacrés à l'inventaire scientifique et à la mise en valeur de la faune marine et fluviale de nos Possessions d'outre-mer.

Depuis la date de la création de la Chaire des Pêches et Productions coloniales d'origine animale, l'activité du Directeur du Laboratoire et de ses collaborateurs s'est exercée au cours de missions scientifiques et techniques non seulement dans la plupart de nos colonies et pays de protectorat, mais aussi dans les pays étrangers.

Dès 1920, M. GRUVEL amorce au Maroc une étude de longue haleine sur les ressources marines et fluviales du Protectorat, étude régulièrement poursuivie sur place chaque année et complétée par l'établissement de cartes de pêche particulièrement soignées.

En 1921, il étudie en Norvège toutes les questions se rapportant à la pêche en général, y compris celle des Cétacés, et aux sous-produits de cette pêche.

En 1923, il se rend au Sénégal ; en 1924, il accomplit une mission sur les côtes algériennes et tunisiennes et publie en 1925 un volume très complet sur les richesses marines et fluviales de l'Indochine.

De 1928 à 1930, trois voyages successifs conduisent M. GRUVEL sur les côtes et fleuves de Syrie, tandis que de 1932 à 1934 il étudie la faune du canal de Suez.

Au cours de deux missions de longue durée (1920-22 et 1925-27), M. G. PETIT, sous-directeur du laboratoire, a parcouru l'ensemble de Madagascar et séjourné dans l'île de la Réunion. Un troisième voyage a été effectué par lui dans la Grande Ile en 1932, cependant qu'en 1927 et 1928 il avait étudié les lacs albanais.

M. Th. MONOD, assistant, séjourne à Port-Étienne en 1922-1923, étudie le Cameroun d'octobre 1925 à septembre 1926, fait partie de la mission saharienne AUGIERAS-DRAPER (1927-1928) et achève actuellement une importante exploration du Sahara occidental.

XXII. — Chaire d'Agronomie coloniale.

Une transformation analogue du Laboratoire de l'École des Hautes Études (Agronomie coloniale), également par fonds de concours du ministère des Colonies, fut faite en 1929 (Décret du 14 juin 1929) pour M. Auguste CHEVALIER, « Chaire des Productions coloniales d'origine végétale », dont le titre est actuellement « Agronomie coloniale » (Décret du 8 décembre 1933).

Cette Chaire ne possède qu'un assistant et pas de sous-directeur.

Bien que d'apparence récente, la Chaire d'Agronomie coloniale du Muséum a de lointaines origines. Presqu'à l'origine dès 1640, notre vieux Jardin des Plantes médicinales avait un carré de plantes des Indes. Devenu administrateur de l'*Hortus regius* en 1671,

FAGON s'attacha à faire connaître des produits importés depuis peu des pays chauds ; il proscrivit le Tabac, que l'on commençait à cultiver en grand aux Antilles, mais à la Cour de Louis XIV, dont il était médecin, il encouragea l'usage du Café, du Thé, du Quinquina, dont il fit lui-même l'étude, et c'est de la période 1700-1720 que datent les premiers efforts pour introduire la culture de ces plantes dans nos colonies.

Grâce à la protection de FAGON, des savants comme le Père PLUMIER, Louis FEUILLÉE et FRÉZIER furent envoyés en Amérique tropicale pour y étudier la Botanique et les cultures et pour essayer d'y découvrir des Quinquinas. Pendant tout le XVIIIe siècle, des voyageurs naturalistes formés par Bernard DE JUSSIEU, LEMONNIER et Antoine-Laurent DE JUSSIEU partirent du Jardin Royal pour aller non seulement explorer la flore des tropiques, mais aussi pour en étudier les productions végétales. De 1750 à 1775, POIVRE, soutenu par le Jardin Royal, entreprenait de grandes expéditions pour doter nos colonies de plantes à épices : le Poivrier, le Giroflier, le Cannelier. Plus tard, c'est encore du Muséum, succédant au Jardin Royal, que partirent les premiers plants de Vanille, d'Arbre à pain et de Bananiers de Chine destinés à nos colonies. Lorsque furent créées pour la première fois les bourses de voyage du Muséum, en 1818, il fut décidé que les jeunes naturalistes envoyés par delà les mers feraient un stage préalable à la Chaire de Culture et que, parvenus à destination, « ils entretiendraient une correspondance active avec le Muséum pour faire parvenir et pour naturaliser au delà des mers les productions de notre agriculture ».

Pendant tout le XIXe siècle, les jardins d'essais créés dans l'ensemble de nos colonies, y compris l'Algérie, ont été organisés et dirigés par d'anciens stagiaires du Muséum.

Le titulaire actuel de la Chaire d'Agronomie coloniale a suivi lui-même la même filière. Mais le problème de l'agriculture coloniale était devenu extrêmement complexe. Il ne s'agit plus seulement d'introduire des plantes utiles nouvelles dans nos possessions lointaines. L'Agronomie coloniale est devenue une science qui a de plus en plus besoin de travaux de recherches. Elle ne peut progresser que grâce à des études scientifiques délicates et laborieuses, qu'il faut ensuite coordonner et adapter à chaque colonie. C'est pour cela que divers pays étrangers ont créé dans les tropiques de magnifiques établissements scientifiques comme le Jardin botanique de Buitenzorg, le Service botanique des Indes, le Collège d'agriculture tropicale de Trinidad. Nous n'avons malheureusement pas encore d'établissements scientifiques analogues dans nos colonies ; il est donc nécessaire qu'un grand pays comme la France, seconde puissance coloniale du monde, suive de très près les études relatives à l'agriculture tropicale et prenne aussi sa part dans les recherches destinées à améliorer les cultures coloniales.

Le Muséum, qui fut dans le passé le centre d'où partirent tous les découvreurs et animateurs de cultures coloniales, doit rester le pivot des recherches scientifiques en effectuant tour à tour des travaux de laboratoire en Europe et des recherches sur place dans les Colonies mêmes.

XXIII. — Chaire d'Éthologie des Animaux sauvages.

Enfin, le 1er janvier 1934, la Ville de Paris, qui avait collaboré avec le Muséum pour la création du Parc Zoologique du Bois de Vincennes et qui, comme lui, se rendait compte de la nécessité de donner à cet organisme très important un chef responsable, créa par voie de fonds de concours la Chaire d'Éthologie des Animaux sauvages, dont le premier titulaire élu a été le professeur Achille URBAIN.

M. URBAIN s'est révélé comme un organisateur de premier ordre, mettant du premier coup sur pied l'installation formidable que constitue le Zoo de Vincennes, où, en moins de six mois, plus de trois millions de visiteurs sont venus apprendre ce qu'étaient les animaux sauvages et comment ils vivaient.

XXIV. — La Bibliothèque du Muséum.

Bien que le Jardin du Roy, ou plus exactement le Cabinet du Roy qui y était annexé possédât un certain nombre de livres dont quelques-uns existent encore aujourd'hui, l'établissement n'avait pas à proprement parler de Bibliothèque. Celle-ci fut instituée par le décret de la Convention Nationale du 10 juin 1793 qui organisait le Muséum. Elle fut ouverte aux lecteurs le 23 Fructidor an II (9 septembre 1794).

Elle était formée à l'origine des livres qui se trouvaient déjà au Cabinet, des doubles d'histoire naturelle que possédait la Bibliothèque Nationale et de livres de même nature confisqués dans les anciens établissements religieux ou chez les émigrés. Le décret de la Convention lui attribuait, en outre, la collection des Vélins confiée jusqu'alors aux soins de la Bibliothèque du Roi.

Peu à peu la Bibliothèque du Muséum devait s'enrichir par des acquisitions, par des dons nombreux et par des échanges. Les dons les plus importants qui constituent encore aujourd'hui des fonds spéciaux furent ceux de Charles-Lucien BONAPARTE et de CHEVREUL. L'échange lui donna surtout une importance considérable. Dès 1802, le Muséum avait publié sous le nom d'*Annales* aujourd'hui *Nouvelles Archives* un recueil de ses travaux dont le don aux établissements étrangers lui valait la réciprocité. Ses échanges vraiment réguliers datent de 1834, et ils nous ont valu les collections de périodiques qui sont une des richesses de la Bibliothèque.

La Bibliothèque du Muséum, installée à l'origine à l'extrémité méridionale et au premier étage des anciennes galeries de la rue Geoffroy-Saint-Hilaire, fut transférée en 1822 au premier étage de la maison de BUFFON, où elle ne devait d'ailleurs rester que peu de temps.

Dès que furent terminées les galeries de Minéralogie, Géologie et Botanique, c'est-à-dire en 1840. La Bibliothèque occupa à l'extrémité Ouest les locaux spécialement aménagés pour elle, où elle se trouve encore aujourd'hui. Actuellement, grâce à l'aménagement récent de rayonnages métalliques sur deux étages, on peut évaluer à 9 000 mètres

la longueur des rayons de la Bibliothèque, et l'on estime le nombre de volumes à 300 000. Elle possède également 3 000 collections environ de périodiques éteints ou en cours.

Le premier bibliothécaire désigné par l'Assemblée des Professeurs le 8 Thermidor an II (26 juillet 1794) est TOSCAN. Après lui vinrent DELEUZE en 1826, DESNOYERS en 1834, DENIKER en 1888, DESCHARMES en 1918, BULTINGAIRE en 1925.

Le 14 Thermidor an II (1er août 1794), l'Assemblée ayant reconnu l'utilité d'un sous-bibliothécaire « a choisi à l'unanimité le citoyen LAUNAY, homme de loi connu par ses talents littéraires et par ses connaissances dans les langues anciennes et étrangères pour remplir ces fonctions ». Le 17 mars 1816, les professeurs apprenant la mort de DELAUNAY et considérant que sa place n'est pas nécessaire la suppriment. La suppression est approuvée par le ministre.

Le Ministre de l'Instruction publique rétablit le poste de sous-bibliothécaire par arrêté du 28 septembre 1848 et y nomme LEMERCIER (Jean-Casimir), né en 1794. Celui-ci étant décédé le 26 septembre 1868, on décida d'affecter le montant de son traitement à d'autres dépenses.

Le 29 janvier 1878, sur la proposition du bibliothécaire DESNOYERS, l'Assemblée élit à l'unanimité comme sous-bibliothécaire MALLOISEL (élection confirmée par arrêté du 26 février suivant). MALLOISEL étant mort le 8 janvier 1905, L. DE NUSSAC est nommé sous-bibliothécaire par arrêté du 12 janvier suivant (mis à la retraite fin septembre 1934). Le poste est actuellement vacant.

Par arrêté du 12 novembre 1881, le Dr BAMBERGER avait été nommé bibliothécaire-adjoint sans que l'Assemblée ait été consultée. A la mort du titulaire, survenue le 7 juillet 1910, l'emploi a été transformé en un poste de commis (décret du 28 décembre 1910).

XXV. — La Ménagerie.

L'abandon dans lequel se trouvait la Ménagerie de Versailles, à la suite des événements du 10 août 1791, avait incité le régisseur des Domaines à offrir à Bernardin DE SAINT-PIERRE les Animaux qui y restaient ; celui-ci adressa sans tarder à la Convention son *Mémoire sur la nécessité de joindre une Ménagerie au Jardin des Plantes de Paris* (1792).

En 1793, à la suite de la prohibition des ménageries ambulantes, 26 animaux saisis furent envoyés au Muséum, qui les logea tant bien que mal sous une remise, où ils étaient gardés et nourris par leurs propriétaires. Le 27 avril 1794, arrivèrent les derniers animaux de Versailles (un Lion, un Bubale, un Couagga), suivis de peu (27 mai 1794) par 36 animaux venant du Raincy. Les grilles, le matériel, etc., des Ménageries de Versailles et de Chantilly furent ensuite donnés par le Comité de Salut Public.

Le cheptel de la « Ménagerie » était alors de 65 Mammifères et 20 Oiseaux. Les animaux féroces étaient abrités sous une serre située à l'extrémité de l'allée des Marronniers, et qui portait le nom de « Ménagerie provisoire ».

En 1795, on retrouve la Ménagerie pour ainsi dire dépeuplée et abandonnée ; mais, à

la fin de cette même année, sous l'impulsion de MORDANT-DELAUNAY (1), qui la dirige pratiquement de 1795 à 1804, elle entre dans une période de prospérité. Tout d'abord, MORDANT-DELAUNAY échange un lingot d'or saisi chez le prince de Condé, à Chantilly, contre un Hocco mâle. Ensuite, il crée une collection d'Animaux de France. Les Armées de la République rapportent de leurs campagnes de nombreux Animaux, en particulier ceux du Stathouder de Hollande (2 Éléphants...), les Ours bruns que conservait la ville de Berne, 22 Buffles romains.

En 1797 arrivent de Tunis des Lions, Dromadaires, Gazelles, Autruches. L'ambassadeur de la République des États-Unis offre des Animaux (Ratons, Serpents à sonnettes). En 1798, le dey d'Alger donne 2 Chameaux qui sont utilisés au Muséum pour actionner une pompe située sur l'emplacement de l'ancienne Orangerie.

A cette époque, la Ménagerie possède une centaine d'Animaux de 37 espèces différentes.

Les bâtiments existants sont : une laiterie (au pied du labyrinthe), une volière, une faisanderie. Les deux bâtiments de l'ancienne Régie des Fiacres (situés sur l'emplacement de l'actuelle « Cour de la Baleine ») sont utilisés : l'un pour recevoir les animaux délicats en hiver et l'autre pour abriter les Éléphants, les Chameaux, les Autruches, etc. Des enclos renferment les autres animaux ; il existe en outre un rucher.

Pour la première fois, le 11 Brumaire an VII, un budget est établi pour la Ménagerie. Il s'élève à 19 850 francs. MORDANT-DELAUNAY est logé et reçoit 800 francs par mois.

En 1799, de nouveau, c'est la guerre ; les animaux n'ont pour ainsi dire plus de nourriture, et le Directoire se trouve dans l'impossibilité de donner quoi que ce soit.

La Ménagerie renaît avec le Consulat et l'Empire. L'architecte MOLINOS commence la construction de la Rotonde (1802-1812).

Frédéric CUVIER, frère du grand Georges Cuvier, est nommé « garde de la Ménagerie » en 1804, et celle-ci entre dans une période de grande activité. On construit la Fauverie (1818 à 1821), la Volière des Oiseaux de proie (1820-1825), la Faisanderie (1827) et la Singerie (1835 à 1837).

En 1836, on demande la création d'une Chaire de Psychologie des Animaux. Elle est créée le 12 décembre 1837, sous le titre de « Physiologie comparée ». F. CUVIER est nommé professeur par ordonnance royale du 27 décembre, mais il meurt en 1838 et, avec FLOURENS, la Chaire dévie complètement de son but primitif ; il n'y sera pour ainsi dire plus question de psychologie des animaux.

Lorsque F. CUVIER mourut, Etienne GEOFFROY SAINT-HILAIRE, qui l'avait remplacé momentanément, pendant sa maladie, reprit la direction de la Ménagerie, puis Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE (1841-1861), et de là vient l'affectation, pendant un certain temps, de la Ménagerie à la Chaire de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux.

Florent-Guillaume PRÉVOST est aide-naturaliste de cette Chaire de 1832 à 1870. On établit les enclos situés le long du quai Saint-Bernard ; en 1849, Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE envoie Florent PRÉVOST à Londres pour y faire des achats d'animaux.

(1) LAUNAY, sous-bibliothécaire, DELAUNAY et MORDANT-DELAUNAY sont vraisemblablement les noms du même personnage, qui dut s'occuper à la fois de la Bibliothèque et de la Ménagerie.

Une loi du 7 juillet 1860 donne au Muséum un terrain d'environ 16 hectares, situé au bois de Vincennes, pour y établir une annexe. C'est sur cette base, et grâce à un échange de terrains avec la Ville de Paris qu'en 1932 on établira la convention relative à la création du Parc Zoologique du Bois de Vincennes.

Henri MILNE-EDWARDS fait construire en 1866 au Jardin des Plantes un petit enclos destiné à une Lionne, qui peut ainsi prendre ses ébats avec plus de liberté. Malheureusement, l'expérience ne va pas plus loin. C'est là cependant, en quelque sorte, la première ébauche de ce qu'on a appliqué depuis au Zoo de Vincennes.

On ne sait qui a la charge de la Ménagerie de 1870 à 1876 (peut-être Alphonse MILNE-EDWARDS, alors aide-naturaliste de la Chaire de Mammalogie, qui devient professeur en 1876). En tout cas, l'activité est grande.

De 1870 à 1874 est construit le pavillon des Reptiles. Alphonse MILNE-EDWARDS (1876-1900) bâtit une nouvelle Faisanderie (1881), apporte des améliorations à la Rotonde (1882) et établit la grande volière de haut vol actuelle (1888).

Il est secondé par HUET, nommé aide-naturaliste (de 1876 à 1889) ; d'après LOISEL (*Histoire des Ménageries*), il est le successeur de Fl. PRÉVOST à la Ménagerie.

SAUVINET est nommé aide-naturaliste de Mammalogie en remplacement de HUET (27 janvier 1890). Une lettre d'A. MILNE-EDWARDS du 25 mars 1890 le qualifie d' « aide-naturaliste chargé de la Ménagerie », quoique ce titre ne soit nullement mentionné dans l'arrêté de nomination. A sa mise à la retraite (1er août 1922), son poste est supprimé et remplacé par un poste de commis à la Direction.

Les professeurs de Zoologie des Mammifères et Oiseaux OUSTALET (1900-1906) et TROUESSART (1906-1926) prennent la direction de la Ménagerie, qui entre dans une période de repos.

Avant la nomination de TROUESSART, nommé contre le gré de l'Assemblée, sont prises des dispositions réglementaires relatives aux Ménageries du Muséum (2 mars 1906) qui sont placées sous la direction scientifique et financière des professeurs de Mammalogie et d'Erpétologie avec « le concours et l'entente des quatre Chaires de Zoologie, la Chaire d'Anatomie comparée, la Chaire de Pathologie comparée, la Chaire de Physiologie générale et la Chaire de Paléontologie », dont les professeurs forment avec le Bureau de l'Assemblée une Commission des Ménageries. D'après ces dispositions, le professeur de Pathologie comparée ou tout au moins un fonctionnaire le représentant assure la direction vétérinaire des Ménageries.

Ce fonctionnaire fut LUCET, nommé assistant de Pathologie comparée en 1907 (31 mai), en remplacement de PHISALIX, décédé le 16 mars 1906. Il meurt le 6 décembre 1916.

Un règlement du 27 juin 1914, « qui n'a pu être appliqué rationnellement à cause des difficultés du moment », prévoyait qu' « un fonctionnaire attaché à l'une des Chaires de Zoologie, de Physiologie générale, de Paléontologie et de Pathologie comparée, ayant le titre de vétérinaire », était chargé « du service d'Hygiène et de Santé des Ménageries ».

Le procès-verbal de la séance de l'Assemblée du 12 avril 1917 mentionne une discussion

relative à la nomination d'un assistant vétérinaire qui serait placé sous l'autorité immédiate du directeur, agissant en qualité de délégué permanent de la Commission de la Ménagerie. M. A. LACROIX suggérait que la direction des Ménageries devrait être déléguée à deux de ses membres choisis par elle.

A la suite de cette séance, Edmond PERRIER, alors directeur du Muséum, demande au Ministre, le 13 avril 1917, que l'assistant vétérinaire s'occupe exclusivement de la Ménagerie et que LUCET soit remplacé numériquement par un assistant-vétérinaire attaché exclusivement aux Ménageries. D'ailleurs, à ce moment, la Chaire de Pathologie comparée était supprimée, ou plutôt transformée en Chaire de Zoologie (Vers et Crustacés).

Toute cette discussion était due à ce que TROUESSART, âgé et confiné dans son laboratoire, était incapable de diriger la Ménagerie. Elle fut close par un décret du 10 juillet 1917, modifiant le décret du 12 décembre 1891 (art. 22) ainsi qu'il suit : « Il est adjoint aux professeurs, pour toutes les parties de leur service, et au directeur pour le service de la Ménagerie, des fonctionnaires qui prennent le nom d'assistants. »

Le ministre autorise donc le remplacement de LUCET dans ce sens (lettre du 19 juillet 1917). Il sera placé sous la dépendance du directeur du Muséum. « L'assistant de la Ménagerie (à l'époque SAUVINET) fera exécuter par le personnel dont il dispose les prescriptions de son collègue, l'assistant-vétérinaire. »

Cette mesure est confirmée par un règlement complémentaire du service de la Ménagerie (1917).

Aussi Edmond PERRIER écrit-il à TROUESSART le 30 juillet 1917 l'informant qu'il est désormais déchargé de la direction de la Ménagerie, confiée au directeur, et que l'assistant nouveau ne sera nommé qu'à la fin de la guerre. Il sera remplacé par un intérimaire, MOUQUET, à dater du 1er septembre 1917, titularisé le 1er juillet 1918 et mis à la retraite en 1931. Ses successeurs seront URBAIN (1931-1934), devenu professeur d'Éthologie des Animaux sauvages, puis DECHAMBRE (1934).

Le régime de la Ménagerie dépendant directement du directeur (PERRIER, 1917-1920 MANGIN, 1920-1926) ne cessera qu'à la nomination du professeur BOURDELLE à la Chaire de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux (1926). Entre temps, à la retraite de SAUVINET, son poste d'assistant-administratif est supprimé (1922), et MOUQUET, assistant-vétérinaire, assure seul dès ce moment le service de la Ménagerie sous l'autorité du directeur, L. MANGIN.

En 1926, à la mise à la retraite de TROUESSART et à la nomination de M. BOURDELLE comme professeur de Mammalogie, M. MANGIN délègue ses droits de direction à ce dernier, et MOUQUET relève donc alors directement du professeur BOURDELLE. Il en est de même pour ses successeurs, URBAIN et DECHAMBRE.

Avec le professeur BOURDELLE (1926), titulaire actuel, les travaux reprennent avec activité. Tout d'abord (1926), c'est la démolition de la vieille Singerie construite de 1835 à 1837, puis la construction de la Singerie provisoire ; grâce au concours de l'architecte en chef BERGER, en 1933-1934, les vieilles bâtisses et les ruines qui encombraient la Ménagerie sont supprimées, et cela contribue à lui enlever un peu de son aspect vétuste. En 1934,

on inaugure la nouvelle Singerie, une des plus modernes qui soient à l'heure actuelle. La Singerie provisoire est améliorée et transformée en Lémurie.

De nombreuses transformations sont apportées en 1935 à la Ménagerie. Les vieilles grilles intérieures sont enlevées et remplacées par des barrières plus élégantes; on installe des bancs aux carrefours des allées, et l'organisation prend un caractère de plus en plus agréable. La vieille Fauverie va être démolie et remplacée par une installation moderne, et l'on travaille à la construction de la Galerie Marmottan, sur l'emplacement de l'ancienne Orangerie. Ce sera une Oisellerie modèle.

Depuis la création de la Ménagerie et malgré les déboires causés par les difficultés des temps, les troubles de la Révolution, les invasions de 1814 et de 1871 (au cours de laquelle de nombreux animaux furent sacrifiés pour la nourriture des Parisiens), le cheptel a continué de se développer : 85 animaux en 1794, 383 en 1813, 403 en 1828, 421 en 1831, 1 041 en 1918 (407 Mammifères et 636 Oiseaux), 1 191 en 1934 (478 Mammifères et 713 Oiseaux, ces animaux se répartissant en 157 espèces de Mammifères et 175 espèces d'Oiseaux).

De nombreux voyageurs ont apporté leur contribution à la constitution de ce cheptel : Nicolas BAUDIN, PÉRON et LESUEUR (1804, voyage du « Naturaliste » à la Nouvelle-Hollande), MILBERT qui s'installe en 1815 sur les bords de l'Hudson, LESCHENAULT DE LA TOUR (1816-1822, les Indes), DE QUOY et GAIMARD partis en 1826 sous les ordres de DUMONT D'URVILLE à la recherche de LAPÉROUSE, GAIMARD seul (1836, Islande), DUSSUMIER (Indes, Chine).

A l'époque actuelle, un grand nombre de voyageurs, savants et particuliers, contribuent par de nombreux dons à la prospérité de notre organisation.

C'est à la Ménagerie que DAUBENTON fit ses célèbres travaux sur le Mouton et divers animaux domestiques. F. CUVIER y poursuivit des travaux de Zoologie descriptive et expérimentale, des expériences d'hybridation, et s'y préoccupa également du problème de l'intelligence des animaux. Il publia en 1824 son *Histoire naturelle des Mammifères* (1).

De nombreuses descriptions d'animaux furent faites par les différents directeurs de la Ménagerie.

VALENCIENNES y fit des expériences sur la température des Serpents pendant l'incubation.

Florent PRÉVOST étudia le régime diététique des Oiseaux.

Les travaux de son successeur HUET furent en quelque sorte la suite des expériences de CUVIER.

Enfin, les assistants successifs de la Ménagerie ont effectué de nombreuses recherches vétérinaires.

La création, en 1931, en annexe de la Ménagerie des Mammifères et des Oiseaux d'un Service central de recherches sur la migration des Oiseaux, a permis d'organiser et d'inten-

(1) Toutes ces questions de Génétique animale des races d'Animaux domestiques ont cessé d'être poursuivies au Muséum à partir de 1860, où Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE créa, dans ce but spécial, le Jardin d'Acclimatation, au Bois de Boulogne. Malheureusement celui-ci, passé entre des mains étrangères, a complètement dévié de sa destination primitive.

Années 1940 – 1625

SURINTENDANTS
- 1931.
- 1919.
- 1900.
- 1891.
- DIRECTEURS INTENDANTS
- 1718 L. POIRIER
- GUY-CRESCENT-FAGON
- 1699
- Emploi supprimé
- 1671 ANTOINE VALLOT
- 1652 FRANÇOIS VAUTIER
- 1646
- CHARLES BOUVARD
- 1627 1626 HÉROUARD

SURINTENDANTS

DIRECTEURS
- 1931 PAUL LEMOINE
- L. MANGIN
- 1919
- EDM. PERRIER
- 1900 MILNE-EDWARDS
- 1891 EDM. FRÉMY
- 1879 EUG. CHEVREUL
- 1863
- DIRECTEURS ANNUELS
- 1793 BERNARDIN de St PIERRE
- 1792 FLAHAULT de la BILLARDERIE
- 1788
- GEORGES LOUIS DE BUFFON
- 1739 DE CISTERNAY du FAY
- 1732 PIERRE CHIRAC
- 1718
- GUY-CRESCENT FAGON
- 1673 ANTne D'AQUIN
- 1672
- Emploi supprimé
- 1651 W. DAWISSON
- 1646
- MICH. BOUVARD DE FOURCREUX
- 1641
- GUY DE LA BROSSE
- 1626

INTENDANTS

I — ANATOMIE COMPARÉE DES VÉGÉTAUX ACTUELS ET FOSSILES
(Suppr. par Décret Loi 6 Juill. 34) (Transformée le 8 Déc. 1933)
- 1932 COSTANTIN
- 1919 Vacance
- 1914 VAN TIEGHEM
- 1879
- (1874) BOTANIQUE, ORGANOGRie et PHYSIOLOGIE VÉGÉTle
- ADOLPHE BRONGNIART
- (1857) BOTANIQUE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE
- 1833 RENÉ LOUICHE DESFONTAINES
- (1793) BOTANIQUE AU MUSÉUM
- 1786 LOUIS GUILLAUME LE MONNIER
- (1759) Professeur de Botanique au Jardin des Plantes
- 1759 ANTOINE DE JUSSIEU
- (1710) Démonstratr de l'intérieur des Plantes sous le titre de Professr de Botanique
- 1710
- 1709 P. DE TOURNEFORT
- 1708
- (1708) Démonstratr de l'intérieur & de l'extérieur des Plantes
- PIERRE D'AQUIN
- 1673 LOUIS-HENRI-THOMAS D'AQUIN
- 1664 J. BOURGOIN
- 1643 JACQUES COUSINOT
- 1635

DÉMONSTRATEURS ET OPÉRATrs PHARMACes pour faire la démonstration de l'Intérieur des Plantes

II — CHIMIE APPLIQUÉE AUX CORPS INORGANIQUES
(Supprimée le 26 Janv. 1892)
- 1892 (1892) Suppression
- EDMOND FRÉMY
- (1850) CHIMIE APPLIQUÉE AUX CORPS INORGANIQUES
- 1850 JOSEPH-LOUIS GAY-LUSSAC
- 1832 ANDRÉ LAUGIER
- 1810 ANTOINE LOUIS FOURCROY
- (1793) CHIMIE GÉNÉRALE
- (1784) Professeur de Chimie aux Écoles du Jardin Royal
- 1784 PIERRE-JOSEPH MACQUER
- 1771 LOUIS-CLAUDE BOURDELIN
- (1743) Professeur en Chimie
- 1743 LOUIS LÉMERI
- (1730) Professeur en Chimie et en Pharmacie
- 1730 ÉTIENNE FRANÇOIS GEOFFROY
- (1712) Démr de l'intérieur des Plantes et Professeur en Chimie et Pharmacie au Jardin Royal
- 1712 GUY-CRESCENT FAGON
- 1672 URBAIN BAUDINOT
- 1635

DÉMONSTRATEUR ET OPÉRATr PHARMACe

III — ANTHROPOLOGIE
- 1928 PAUL RIVET
- RENÉ VERNEAU
- 1909 ERNEST HAMY
- 1892 ARMAND DE QUATREFAGES
- (1855) ANTHROPOLOGIE
- 1855 ANTOINE SERRES
- (1838) Anatomie et Histoire Naturelle de l'Homme
- 1838 PIERRE FLOURENS
- 1832 ANTOINE PORTAL
- (1793) ANATOMIE HUMAINE
- (1778) Profr en Anatomie & Chirurg. aux Écoles du Jardin Royal
- 1778 A. PETIT
- (1769) Prof. en Anatomie au Jard. Rl
- 1769 ANTOINE FERREIN
- 1751 JACQ. BÉNIGNE WINSLOW
- 1743
- 1742 HUNAULT
- 1729 EMM. MAURe DUVERNAY
- (1718) Démonstr. des Plantes sous le titre de Prof. en Anatomie & Chirurg.
- 1718 JOSEPH DUVERNAY
- 1682 FRANÇOIS C. DE LA CHAMBRE
- (1671) Démonstr. Opér. de l'intérieur des Plantes médicinales
- 1671
- 1669 MARIN CUREAU DE LA CHAMBRE
- 1635

DÉMONSTRATEUR ET OPÉRATr DES OPÉRATIONS PHARMACEUTIQUES

IV — PALÉONTOLOGIE
- MARCELLIN BOULE
- 1903 ALBERT GAUDRY
- 1871 LARTET
- 1869 D'ARCHIAC
- 1861 Vacance
- 1857 ALCIDE D'ORBIGNY
- 1853 ADRIEN DE JUSSIEU
- 1826 ANTOINE LAURENT DE JUSSIEU
- 1793 BOTANIQUE DANS LA CAMPAGNE
- 1772 BERNARD DE JUSSIEU
- 1722 SÉBASTIEN VAILLANT
- (1708) Sous Démonstrateur de l'extérieur des Plantes
- 1708 GUY-CRESCENT FAGON
- (1671) Démonstr. et Professr des Plantes au Jardin Royal
- 1671 JONCQUET
- 1664
- 1662 VESPASIEN ROBIN
- 1635

SOUS DÉMONSTRATr DES PLANTES

V — MAITRES DE DESSIN

PLANTES
- HENRI HISSARD
- 1924 MADELEINE LEMAIRE
- 1898 AUGUSTE FAGUET
- 1848 GUIL. LESOURD BEAUREGARD
- 1841 PIERRE JOSEPH REDOUTÉ
- 1823
- 1822

ANIMAUX
- ED. MÉRITE
- 1924 AD. MILLOT
- 1911 EMMANUEL FRÉMIET
- 1875 LOUIS BARYE
- 1854 ANTOINE CHAZAL
- 1831 J. HUET

- (1793) ICONOGRAPHIE
- 1780 MADELEINE FRANÇOISE BASSEPORTE
- 1735 CLAUDE AUBRIET
- 1706 JEAN JOUBERT
- 1685 NICOLAS ROBERT
- 1664

CHARGE DE PEINTRE EN MINIATURE

VI — CULTURE
- A. GUILLAUMIN
- 1932 DÉSIRÉ BOIS
- 1920 COSTANTIN
- 1901 MAXIME CORNU
- 1884 JOSEPH DECAISNE
- 1850 CH. FR. BRISSEAU-DE MIRBEL
- 1828 BOSC D'ANTIC
- 1825 ANDRÉ THOUIN
- (1793) CULTURE
- ANDRÉ THOUIN
- 1764 J.A. THOUIN
- 1745 BERTAMBOISE
- 1721 PIERRE SAINTARD
- 1702 JEAN BRÉMANT
- 1672

JARDINIER EN CHEF

VII — ANATOMIE COMPARÉE
- RAOUL ANTHONY
- 1922 EDMOND PERRIER
- 1903 HENRI FILHOL
- 1894 GEORGES POUCHET
- 1879 PAUL GERVAIS
- 1868 ANTOINE SERRES
- 1855 LOUIS DUVERNOY
- 1850 HENRI DE BLAINVILLE
- 1832 GEORGES CUVIER
- ANATOMIE COMPARÉE
- 1802 ANTne LOUIS FRANÇs MERTRUD
- (1793) ANATOMIE DES ANIMAUX
- 1787 JEAN CLAUDE MERTRUD
- 1764 ANTOINE MERTRUD
- 1748 JACQUES FRANÇOIS MARIE DUVERNEY
- 1727

DÉMONSTRATEUR EN ANATOMIE ET CHIRURGe

VIII — CHIMIE APPLIQUÉE AUX CORPS ORGANIQUES
- RICHARD FOSSE
- 1928 LOUIS SIMON
- 1919 Vacance
- 1915 LÉON ALBERT ARNAUD
- 1890 EUGÈNE CHEVREUL
- (1850) CHIMIE APPLIQUÉE AUX CORPS ORGANIQUES
- 1830 NICOLAS VAUQUELIN
- 1804 ANT. LOUIS BRONGNIART
- (1793) ARTS CHIMIQUES
- 1779 HILAIRE MARTIN ROUELLE
- (1768) Démonstratr en Chimie
- 1768 GUILLAUME FRANÇOIS ROUELLE
- (1743) Démonstr. en Chimie sous le titre de Professr en Chimie
- 1743 BOLDUC
- 1729

DÉMONSTR. EN CHIMIE SOUS LE TITRE DE PROFESSR EN CHIMIE

IX — MINÉRALOGIE
- ALFRED LACROIX
- 1893 OLIVIER LEGRAND-DES CLOIZEAUX
- 1876 GABRIEL DELAFOSSE
- 1857 PIERRE LOUIS ARMAND DUFRÉNOY
- 1847 ALEXANDRE BRONGNIART
- 1822 RENÉ JUST HAÜY
- 1802 DOLOMIEU
- 1800
- (1793) MINÉRALOGIE
- LOUIS JEAN MARIE DAUBENTON (+ 31 Déc. 1799)
- (1745) Garde et Démonstratr du Cabinet d'Histoire Naturle
- 1745 BERNARD DE JUSSIEU
- 1732 P. DE MOURES
- 1727 P. NOGUEZ
- 1725 Garde du Cabinet et Démonstratr d'Histre Naturle
- 1722 SÉBASTIEN VAILLANT
- (1709) Garde du Cabinet des Drogues
- 1709

GARDE DU CABINET DES DROGUES

X — ZOOLOGIE DES MAMMIFÈRES ET DES OISEAUX
- ÉDOUARD BOURDELLE
- 1926 ÉDOUARD TROUESSART
- 1906 ÉMILE OUSTALET
- 1900 ALPHONSE MILNE-EDWARDS
- 1876 HENRI MILNE-EDWARDS
- 1861 ISIDORE GEOFFROY-SAINT-HILAIRE
- 1841 ÉTIENNE GEOFFROY-SAINT-HILAIRE
- (1794) ZOOLOGIE (Mammifères et Oiseaux)
- 1793 ★ ZOOLOGIE (1) Voir note ci-dessous
- LACÉPÈDE
- 1784 EDMÉE LOUIS DAUBENTON
- (1766) Garde et sous démonstratr du Cabinet d'Histe Naturle du Roy
- 1766

★ 1793 (1) (Voir ci dessus) ZOOLOGIE (Quadrupèdes, Cétacés, Reptiles, Oiseaux, Poissons)

DEUXIÈME POSTE DE GARDE DU CABINET

XI — GÉOLOGIE
- PAUL LEMOINE
- 1920 STANISLAS MEUNIER
- 1892 AUGUSTE DAUBRÉE
- 1861 PIERRE-LOUIS-CORDIER
- 1819 BARTHÉLEMY FAUJAS DE St FOND
- (1793) GÉOLOGIE
- (1787) Adjoint à la Garde du Cabinet
- 1787

ADJOINT A LA GARDE DU CABINET

XII — MALACOLOGIE
- 1935 LOUIS JOUBIN
- (1917) Zoologie des Spongiaires, Cœlentérés, Echinoderm., Mollusq. (23 Juin 1917). Malacologie
- 1903 EDMOND PERRIER
- 1876 PAUL DESHAYES
- 1869
- 1867 H. DE LACAZE-DUTHIERS
- 1865 ACHILLE VALENCIENNES
- 1832 H. DE BLAINVILLE
- 1830 (1830) Histoire Naturle des Annelides, Mollusques, Zoophytes
- J.B. LAMARCK
- (1793) ZOOLOGIE (Insectes, Vers, Animx microscopes)
- 1789

BOTANISTE DU ROY ATTACHÉ AU CABINET D'HISTOIRE NATURLE

Années: 1940, 1935, 1930, 1925, 1920, 1915, 1910, 1905, 1900, 1895, 1890, 1885, 1880, 1875, 1870, 1865, 1860, 1855, 1850, 1845, 1840, 1835, 1830, 1825, 1820, 1815, 1810, 1805, 1800, 1795, 1790, 1785, 1780

XIII — ZOOLOGIE DES REPTILES ET POISSONS

- LOUIS ROULE
- 1909
- LÉON VAILLANT
- 1875
- Vacance
- 1870
- AUGUSTIN DUMÉRIL
- 1857
- CONSTANT DUMÉRIL
- 1825
- LACÉPÈDE
- (1795) 1795 ZOOLOGIE DES REPTILES & POISSONS

XIV — ENTOMOLOGIE

- RENÉ JEANNEL
- 1931
- EUG. LOUIS BOUVIER
- 23 Juin 1917 ENTOMOLOGIE
- 1896
- ÉMILE BLANCHARD
- 1862
- HENRI MILNE-EDWARDS
- 1841
- VICTOR AUDOUIN
- 1833
- 1830 (1830) HISTOIRE NATURE DES CRUSTACÉS & INSECTES (Par dédoublemt de la Chaire de Lamarck)

XV — PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE (Décret du 8 Déc. 1933)

- (1933) JULES TISSOT
- 1920
- LOUIS LAPICQUE
- 1911
- NESTOR GRÉHANT
- 1893
- CHARLES ROUGET
- 1879
- CLAUDE BERNARD
- 1868 (1868) PHYSIOLOGIE GÉNÉRLE ET COMPARÉE
- PIERRE FLOURENS
- 1838 — PIERRE — CUVIER
- 1837 (27 Déc. 1837) PHYSIOLOGIE COMPARÉE

XVI — PHYSIQUE APPLIQUÉE AUX SCIENCES NATURES

- JEAN BECQUEREL
- 1909
- HENRI BECQUEREL
- 1892
- EDMOND BECQUEREL
- 1878
- ANTOINE CÉSAR BECQUEREL
- 1838 24 Juill. (1838) PHYSIQUE APPLIQUÉE AUX SCIENCES NATURES

XVII — PHYSIQUE VÉGÉTALE (Supprimée par Décret-Loi du 6 Juillet 1934)

- 1931
- MARC BRIDEL
- 1926
- LÉON MAQUENNE
- 1898
- GEORGES VILLE
- 1857 (4 Mars 1857) PHYSIQUE VÉGÉTALE

XVIII — PHANÉROGAMIE (Décret du 8 Décembre 1933)

- HENRI HUMBERT
- (1933) 1931
- HENRI LECOMTE
- (1906) 1906 BOTANIQUE (Classification et Familles naturelles de Phanérogames)
- 1905
- ÉDOUARD BUREAU
- 1874 (28 Mars) (1874) BOTANIQUE (Classificatn & Familles naturelles)

XIX — ZOOLOGIE VERS ET CRUSTACÉS

- CHARLES GRAVIER
- (1917) ZOOLOGIE (Vers et Crustacés)
- 1917
- CHAUVEAU
- 1886
- HENRI BOWLEY
- 1879 (30 Déc.) PATHOLOGIE COMPARÉE

XX — CRYPTOGAMIE (Décret du 8 Décembre 1933)

- PIERRE ALLORGE
- (1933) 1932
- LOUIS MANGIN
- 30 Juin (1904) BOTANIQUE (Classification et Familles naturelles de Cryptogames)
- 1904
- PIERRE PAUL DEHÉRAIN
- 1880 (10 Juin) PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

XXI — PÊCHES ET PRODUCTS COLONIALES D'ORIGINE ANIMALE

- J. GRUVEL
- 1920 (13 Juillet)

XXII — AGRONOMIE COLONIALE (Décret du 8 Décembre 1933)

- AUG. CHEVALIER
- (1933)
- 1929 (1929) PRODUCTNS COLONLES D'ORIGINE VÉGÉTALE

XXIII — ÉTHOLOGIE DES ANIMAUX SAUVAGES (Décret du 17 Décembre 1933)

- ACHILLE URBAIN
- 1934 Janvier (1933) (Décemb.)

B — BIBLIOTHÈQUE

- BULTINGAIRE
- 1925
- DESCHARMES
- 1918
- DENIKER
- 1888
- DESNOYERS
- 1834
- DELEUZE
- 1826
- TOSCAN
- 1794 10 Juin 1793 BIBLIOTHÈQUE

M — AUTORITÉS DONT DÉPENDAIT LA MÉNAGERIE

- ZOOLOGIE DES MAMMIFÈRES & des OISEAUX PAR DÉLÉGATN DU DIRECTR
- 1926
- DIRECTEUR
- 1917
- ZOOLOGIE DES MAMMIFÈRES et des OISEAUX
- PATHOLOGIE
- 1906
- ZOOLOGIE DES MAMMIFÈRES et des OISEAUX
- 1837
- PHYSIOLOGIE COMPARÉE
- ?
- 1794

ERRATA *colonne XIV* ENTOMOLOGIE
Entre 1830 et 1833 lire : *LATREILLE*

sifier le baguage des Oiseaux en France et aux colonies et d'enregistrer déjà de nombreux et intéressants résultats.

Autorité dont dépendait la Ménagerie.		Autorité dont dependait la ménagerie.
?	MORDANT-DELAUNAY, 1795-1804 (?).	
?	FRÉDÉRIC CUVIER, 1804-1837.	
1837. Physiologie Comparée.	FLORENT PRÉVOST, 1837-1870.	
1837-1917. Mammalogie.	A. MILNE-EDWARDS, 1870-1876 (?).	
	HUET, 1876-1889.	
1917-1922. Mammalogie.	SAUVINET, 1890-1922.	1906-1917. Pathologie comparée.
(Poste supprimé.)	LUCET, 1907-1916.	
	MOUQUET, 1917 (int.), 1918-1931.	1917-1926. Directeur du Muséum. A partir de 1926 :
	URBAIN, 1931-1934.	
	DECHAMBRE, 1934.	Zoologie des Mammifères et Oiseaux (par délégation).

XXVI. — Les architectes en chef du Muséum National d'Histoire naturelle.

Toutes les transformations du vieux Jardin du Roy aboutissant au Jardin des Plantes ont été faites grâce au concours de dix architectes successifs de grande valeur :

VERNIQUET (1727-1804). — Brevet d'architecte du Jardin du Roi, accordé par Louis XVI, le 8 décembre 1788.

MOLINOS (1743-1831). — Employé par le Muséum à partir du 13 Nivôse, an II.

DESTOUCHES (1789-1850). — De 1825 à 1832 au Muséum.

ROHAULT DE FLEURY (Charles) (1801-1875). — De 1832 à 1867 au Muséum.

ANDRÉ (Jules-Louis) (1819-1890). — Nommé le 11 juillet 1867 en remplacement de ROHAULT DE FLEURY, démissionnaire. Décédé le 31 janvier 1890.

DUTERT (1845-1906). — Nommé architecte du Muséum avril 1890.

BLAVETTE (1850-1933). — Nommé architecte du Muséum 24 octobre 1898 jusqu'au 31 décembre 1910.

PONTREMOLI (1865). — Nommé architecte du Muséum 1er janvier 1911 jusqu'au 1er novembre 1925.

CHAUSSEMICHE (1864). — Nommé architecte du Muséum 1er novembre 1925 jusqu'au 7 mars 1933.

BERGER (1878). — Nommé architecte du Muséum 14 avril 1933.

Le Parc Zoologique du Bois de Vincennes a été construit par M. Charles LETROSNE.

Le Musée d'Ethnographie du Trocadéro est, au point de vue architecture, sous la dépendance de MM. J. CARLU et H. BOILEAU. Leur prédécesseur, en retraite depuis quelque temps, était M. RECOURA.

Le Musée de la Mer, à Dinard, est construit par M. Yves HÉMAR, architecte de la Ville de Saint-Malo.

Enfin, le Jardin de Jussieu, à Chèvreloup, dépend de l'architecte en chef des Domaines de Versailles, M. Patrice BONNET.

TROISIÈME PARTIE

L'ÉTAT ACTUEL DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Pendant longtemps, les deux mots Muséum National d'Histoire naturelle et Jardin des Plantes ont été synonymes. Mais, actuellement, le Jardin des Plantes n'est plus que l'un des établissements dont l'ensemble constitue le Muséum National d'Histoire naturelle, de même que la Sorbonne n'est plus que l'un des bâtiments dont se glorifie l'Université de Paris.

A. **Le Jardin des Plantes.** — La plupart des organisations scientifiques se trouvent localisées au Jardin des Plantes ou dans ses annexes immédiates ; on y trouve les laboratoires des différentes Chaires, à la tête desquels se trouvent un professeur titulaire, un ou deux sous-directeurs (à rang de maîtres de conférences), des assistants scientifiques, etc., qui constituent le cadre autour duquel travaillent un grand nombre de collaborateurs bénévoles, parfois très spécialisés, car le Muséum est le grand centre de tous les « amateurs » de Sciences naturelles.

2, rue de Buffon (Galerie de Paléontologie) (fig. 7). — Paléontologie. Professeur : Marcellin BOULE.

45 bis, rue de Buffon. — *a.* Entomologie. Professeur : René JEANNEL.

b. Physique végétale, annexe de la Chaire de Chimie appliquée aux corps organiques. Professeur : Richard FOSSE.

55, rue de Buffon. — *a.* Anatomie comparée. Professeur : Raoul ANTHONY.

b. Zoologie des Mammifères et Oiseaux (Mammalogie et Ornithologie). Professeur : Édouard BOURDELLE.

c. Malacologie. Professeur : N...

61, rue de Buffon. — *a.* Zoologie (Vers et Crustacés). Professeur : Charles GRAVIER.

b. Culture. Professeur : André GUILLAUMIN.

c. Géologie et annexe de Paléobotanique. Professeur : Paul LEMOINE.

d. Minéralogie. Professeur : Alfred LACROIX.

e. Anthropologie. Professeur : Paul RIVET.

63, rue de Buffon. — Chimie appliquée aux corps organiques. Professeur : Richard FOSSE.

14, rue de Buffon (Galerie de Botanique) (fig. 8). — *a.* Phanérogamie. Professeur : Henri HUMBERT.

b. Cryptogamie. Professeur : Pierre ALLORGE.

57, *rue Cuvier* (maison de Cuvier) (fig. 9). — *a.* Physique appliquée aux sciences naturelles. Professeur : Jean BECQUEREL.

Galerie Cuvier (fig. 10) :

b. Agronomie coloniale. Professeur : Auguste CHEVALIER.

c. Pêches et productions coloniales d'origine animale. Professeur : Abel GRUVEL.

d. Zoologie des Reptiles et Poissons (Erpétologie et Ichthyologie). Professeur : Louis ROULE.

7, *rue Cuvier.* — Physiologie générale. Professeur : Jules TISSOT.

Au service de la Ménagerie est annexé un laboratoire pour l'étude des maladies de ses animaux et une station de baguage pour l'étude de la migration des Oiseaux.

Le service de Culture cultive environ 27 000 espèces de Plantes, dont 16 000 dans l'École de Botanique ; il possède dans ses annexes de la rue de Buffon et de la rue Poliveau une Orangerie, une Graineterie, des ateliers, le service du fleuriste et de la multiplication, etc.

De plus, un grand nombre des organisations destinées à l'instruction du public se trouvent rassemblées au Jardin des Plantes :

Jardin public, Parterres, Labyrinthe (avec tombeau de DAUBENTON, premier directeur du Muséum, 1793, enterré en 1800), Fosse aux Ours, etc.

École de Botanique (environ 16 000 espèces cultivées en permanence).

Ménagerie : Rotonde des grands Ongulés (fig. 11) ; Fauverie ; Singerie, Lémurie et Singerie annexe ; Galerie Marmottan (Oisellerie en construction) ; Aquarium et Erpetarium.

La Ménagerie du Jardin des Plantes cherche à présenter le plus grand nombre possible d'espèces animales.

Vivarium (fig. 12), qui montre des Insectes et autres petits Animaux de tous pays vivant dans des paysages naturels (environ 94 espèces) et rocher avec Serpents en liberté.

Serre tropicale (*Victoria Regia*) et Serre à Cactées (les serres à Orchidées ne sont pas ouvertes au public).

Galerie du duc d'Orléans (Musée des chasses du Prince) (fig. 13).

Galerie de Zoologie (fig. 14), où se trouvent les tombeaux de Guy DE LA BROSSE, premier sous-intendant du Jardin du Roy (1635), mort en 1641, et de JACQUEMONT, voyageur naturaliste, mort dans l'Inde en 1833 et enterré au Muséum en 1893.

Galerie de Minéralogie, Géologie et Paléobotanique, avec vitrine des Minéraux luminescents en lumière ultra-violette (fig. 15).

Galerie de Paléontologie, d'Anatomie comparée et d'Anthropologie.

Galerie de Botanique et Musée Pompon (fig. 8).

Jardin d'hiver (en voie de reconstruction).

Grand Amphithéâtre (fig. 9).

Hôtel de Magny (Direction et Secrétariat) (fig. 16).

Maison de Buffon.

Maison de Chevreul.

Bibliothèque centrale, l'une des plus riches en ce qui concerne les sciences naturelles (9 000 mètres de rayons, 300 000 volumes environ).

C'est dans les divers laboratoires et dans les galeries que se trouvent les principales collections d'Histoire naturelle dont le Muséum a la charge.

Il convient de signaler que, pour publier les résultats des recherches scientifiques faites dans ses laboratoires, le Muséum possède plusieurs périodiques :

Archives du Muséum, in-4°, fondées en 1802 sous le nom d'*Annales du Muséum*; paraissent annuellement. On y imprime les gros mémoires. Le volume du Tricentenaire constitue l'un des tomes des *Archives*.

Index Seminum, fondé en 1822, qui donne tous les ans la liste des graines susceptibles d'être données ou échangées.

Bulletin du Muséum, fondé en 1895 ; paraît mensuellement. Il publie dans le délai d'un mois toutes les communications faites à la réunion des naturalistes, qui se tient le dernier jeudi de chaque mois.

Notulæ systematicæ, fondé en 1909, repris en 1935 pour publier des travaux de Botanique.

Bulletin du Laboratoire maritime de Saint-Servan, fondé en 1928 (devenu en 1935 *Bulletin du Laboratoire maritime de Dinard*).

Bulletin du Musée d'Ethnographie, fondé en janvier 1931.

Revue d'Entomologie, fondée en 1934 pour publier les travaux sur les Insectes.

Publications diverses pour assurer l'impression de travaux qui ne peuvent trouver place ailleurs.

De plus, quelques laboratoires réunissent les publications de leurs travailleurs en *Travaux du Laboratoire d'Entomologie* (t. I, 1933 ; t. II, en cours) et *Travaux du Laboratoire de Physique végétale* (t. I et II).

Plusieurs revues ont leur siège au Muséum, ou sont dirigées exclusivement par des fonctionnaires du Muséum auxquels certaines appartiennent en partie ou en totalité :

Revue de Botanique appliquée (professeur Auguste CHEVALIER).

Annales de Paléontologie (professeur Marcellin BOULE).

Revue algologique (directeurs P. ALLORGE et R. LAMI).

Revue bryologique et lichénologique (directeur P. ALLORGE).

Annales de Cryptogamie exotique (directeur Roger HEIM).

Diptera (directeur M. SEGUY).

Enfin, la Société des Amis du Muséum et la Société des Amis du Musée d'Ethnographie publient chacune un bulletin destiné à leurs adhérents.

B. **Le Musée d'Ethnographie au Trocadéro.** — Ce Musée, rattaché récemment (1928) à la Chaire d'Anthropologie, existait depuis longtemps. MM. les professeurs HAMY et VERNEAU en avaient eu la direction à titre personnel. Ce Musée vivait mal, sans crédits, avec un personnel restreint qui ne pouvait avoir d'avancement et qui était choisi sans aucune règle.

Depuis qu'il est rattaché au Muséum, il peut disposer des ressources provenant des entrées ; il peut recevoir des dons, des legs, des subventions, faire des emprunts. Nous avons obtenu pour lui une dotation honorable de l'État, une subvention des colonies (150 000 fr.



Fig. 7. — Façade de la galerie d'Anatomie comparée, de Paléontologie et d'Anthropologie.



Fig. 8. — La nouvelle galerie de Botanique.



Fig. 9. — Le Grand Amphithéâtre et la Maison de Cuvier.



Fig. 10. — La galerie Cuvier.



Fig. 11. — La Grande Rotonde

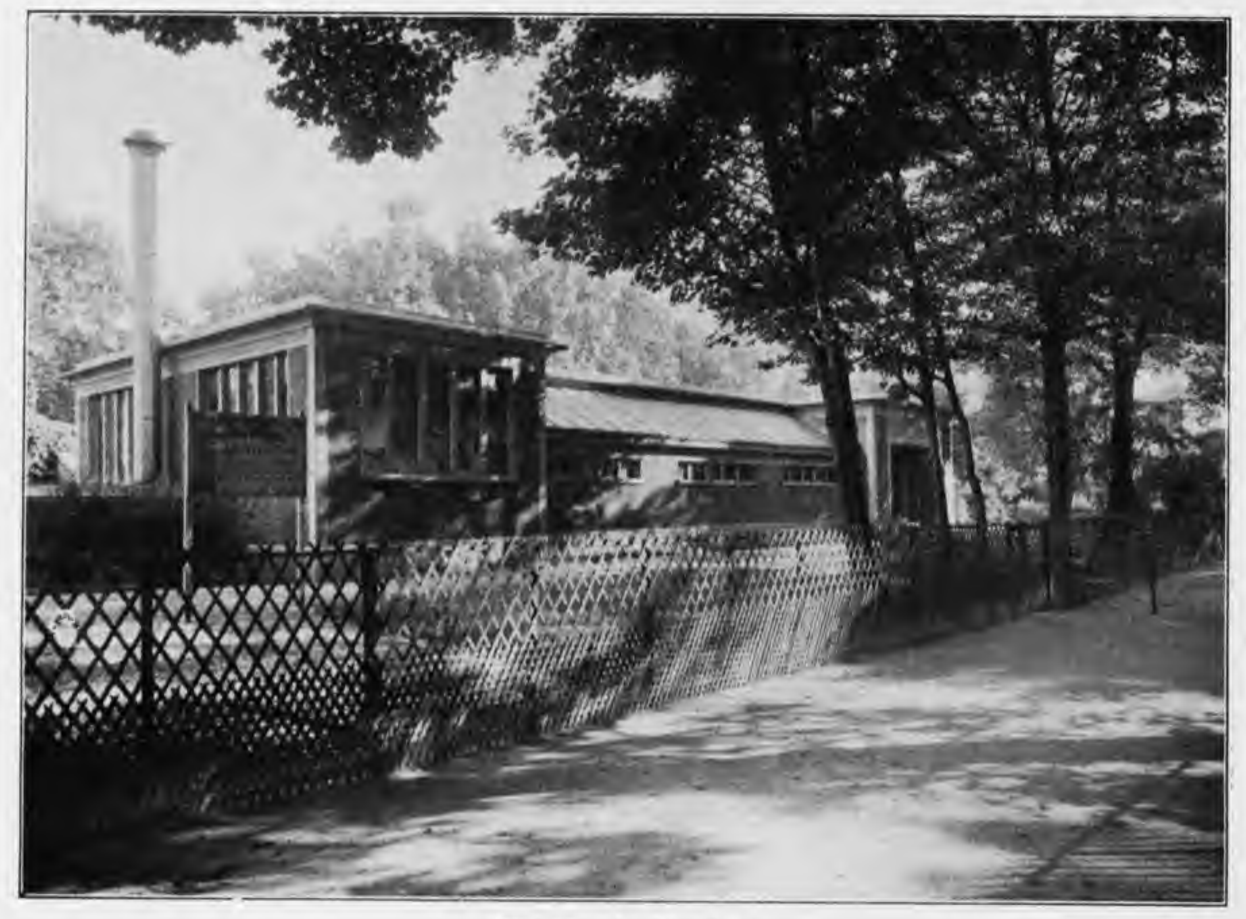


Fig. 12. — Le Vivarium.



Fig. 13. — La galerie du Duc d'Orléans.



Fig. 14. — La galerie de Zoologie.



Fig. 15. — La galerie de Minéralogie et de Géologie.



Fig. 16. — L'Hôtel de Magny, siège de la Direction et du Secrétariat du Muséum.



Fig. 17. — Les vieilles galeries de la rue Geoffroy-Saint-Hilaire.



Fig. 18. — Le Cèdre de Jussieu.

en 1931, puis 50 000 fr.) et enfin, tout récemment, une attribution spéciale sur les fonds de l'Équipement national (5 millions).

En réalité, ce n'est pas tant au Muséum qu'il doit cette prospérité qu'à l'activité du professeur RIVET. Mais celui-ci n'aurait peut-être pas obtenu tout ce qu'il a demandé si l'on n'avait pas eu en haut lieu la certitude que le Musée d'Ethnographie, partie intégrante du Muséum National, était désormais un organisme impérissable comme lui.

Le Musée d'Ethnographie a pu augmenter le nombre de ses salles par l'établissement de planchers divisant en deux des pièces trop hautes. On a pu faire vitrer la galerie semi-circulaire qui possède une vue admirable sur la Seine et les Jardins du Champ de Mars et qui abrite une exposition d'Ethnographie américaine digne de ce grand continent. L'électricité, le téléphone, le chauffage central y ont été installés et font de ce Musée un organisme très moderne ; il fait le plus grand honneur à son sous-directeur, M. G.-H. RIVIÈRE, qui en est l'âme.

Les millions de l'Équipement national ont permis le remplacement immédiat des vieilles armoires, où les collections anciennes se sont abîmées, par des vitrines imperméables à l'air et aux poussières, qui rendront impérissables ces collections si précieuses.

Il est actuellement question, à l'occasion de l'Exposition de 1937, d'augmenter la surface dont dispose le Musée d'Ethnographie et d'y concentrer tout ce qui intéresse la science de l'Homme (Laboratoire d'Anthropologie et Galerie d'Anthropologie du Muséum ; Institut d'Ethnologie de l'Université ; Société des Américanistes, Société des Africanistes ; Institut français d'Anthropologie, École d'Anthropologie, etc.).

Le développement et la réorganisation rapides du Musée d'Ethnographie sont dus en grande partie au dévouement de collaborateurs bénévoles (près d'une cinquantaine que le professeur RIVET et le sous-directeur M. G.-H. RIVIÈRE ont su attirer et grouper) et à l'aide puissante de la Société des Amis du Musée d'Ethnographie, que préside le vicomte Charles DE NOAILLES.

C. **Le Jardin de Jussieu.** — C'est également une annexe très considérable. Le Jardin de Jussieu se trouve à Chèvreloup, près Versailles ; il est contigu au Petit-Trianon, où les DE JUSSIEU avaient planté au temps de Louis XVI un certain nombre d'arbres rares qui sont actuellement devenus très beaux.

Le Jardin de Jussieu sera également un « Arboretum » qui fera suite à celui du Petit-Trianon.

Le domaine qui nous a été concédé comporte 205 hectares ; il est affecté à la Chaire de Culture. M. le professeur GUILLAUMIN y a fait mettre en pépinière la presque totalité des arbres qui peuvent vivre sous notre climat. Dès à présent, 5 000 de ces arbres sont mis à leur place définitive, conformément à un plan établi par M. CHAUSSEMICHE, l'ancien architecte en chef du domaine de Versailles, qui a voulu que le Jardin de Jussieu soit la continuation des parcs créés par Louis XIV.

La mise en état du Jardin de Jussieu est une grosse préoccupation. Il faut des millions pour établir les allées, effectuer les plantations, amener l'eau nécessaire.

Il est regrettable que l'on n'ait pas pu obtenir à cet effet quelques millions sur l'Équi-

pement national, car il s'agit là de travaux qui, en cette période de chômage, auraient pu occuper la main-d'œuvre non spécialisée.

D. **Le Parc zoologique du Bois de Vincennes.** — Cette conception récente a repris la tradition de la plus ancienne Ménagerie royale, celle de Bel-Air ; nous avons l'indication de son existence en 1270, année de la mort de Saint-Louis ; elle fut transportée à Versailles sous le règne de Louis XIV.

Dès 1860, Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE avait envisagé la création d'annexes du Muséum dans le Bois de Vincennes et obtenu que, dans la loi du 24 juillet 1860, qui donnait à la Ville de Paris cette propriété de la Couronne, il fût stipulé que 20 hectares soient réservés au Muséum. Par suite de circonstances diverses, le Muséum n'a pas utilisé ces terrains ; il les a même rétrocédés au Jardin Colonial (12 hectares) et au Collège de France (2 hectares) dans des conditions désastreuses, c'est-à-dire contre des compensations qui sont actuellement inexistantes. Il restait cependant 8 hectares sur lesquels la Ville de Paris a installé l'origine des ruisseaux du Bois de Vincennes.

Mais, en 1932, une convention passée entre la Ville de Paris et le Muséum a permis : *a.* l'échange des terrains encore affectés au Muséum contre d'autres appartenant à la Ville et beaucoup plus accessibles ; *b.* une garantie d'intérêts pour un emprunt du Muséum destiné à la création d'un grand Parc Zoologique devant remplacer le petit Parc Zoologique, fait sur un autre emplacement par l'Exposition Coloniale, et dont le Muséum avait racheté tous les animaux. Le Muséum y a consacré en outre 4 millions sur ses fonds propres et 2 millions provenant d'un legs fait par LHOSTE pour la construction d'une Fauverie, soit au total 23 millions. Les travaux supplémentaires effectués ou prévus s'élèvent à environ 4 millions.

Ce nouveau Parc Zoologique, qui s'étend sur 14 hectares, inauguré en juin 1934 par le Président de la République, est probablement un des plus beaux d'Europe. On y a concentré un très grand nombre d'Animaux sauvages appartenant à plus de 263 espèces (185 Mammifères, 78 Oiseaux), chaque espèce comportant de nombreux individus et étant présentée au public dans des conditions de liberté apparente.

Il a eu en 1934 un immense succès. Il ne fait en aucune façon double emploi avec la Ménagerie du Jardin des Plantes, qui a un caractère plus scientifique et moins spectaculaire. en ce sens que les espèces représentées sont beaucoup plus nombreuses (332 espèces dont : 157 de Mammifères, et 175 d'Oiseaux), mais ne comportent que quelques exemplaires (en principe, un mâle, une femelle et des jeunes).

Le Parc Zoologique du Bois de Vincennes est dirigé par le professeur d'Éthologie des Animaux Sauvages, M. URBAIN, qui possède là un laboratoire bien outillé pour l'étude des mœurs et des maladies animales. La Chaire d'Anatomie comparée (professeur ANTHONY) y a également une annexe pour lui permettre l'utilisation et la conservation des cadavres des animaux qui meurent au Parc.

Le Parc Zoologique, qui vit uniquement du produit des entrées du public (sauf les crédits scientifiques du Laboratoire), a un budget presque égal à celui de tout le reste du Muséum et constitue l'annexe la plus considérable de cet établissement.

E. **Musée de la Mer, à Dinard, et Laboratoire maritime.** — Cette annexe a été récemment rattachée à la Chaire des Pêches et Productions coloniales d'origine animale (professeur A. GRUVEL).

Il existait jadis, créé en 1882, dans l'île de Tatihou (Manche), un petit laboratoire maritime très pittoresque, auquel Edmond PERRIER et surtout Raoul ANTHONY avaient donné une vie très intense. En 1922, MANGIN l'a transféré à Saint-Servan (Ille-et-Vilaine) et l'a doté d'un petit aquarium que visitaient pendant la belle saison quelques baigneurs de Dinard et de Saint-Malo. On a fait de bons travaux à ce Laboratoire, qui possède un périodique spécial.

Les locaux de Saint-Servan, qu'à titre très temporaire la Marine de guerre avait mis à la disposition du Muséum, ont dû être abandonnés, et le Muséum vient d'acheter l'une des plus belles villas de Dinard pour y installer un Musée de la Mer avec un aquarium moderne et y transporter son laboratoire maritime. Les travaux d'aménagement seront terminés en juin 1935, et le Musée de la Mer sera inauguré au cours des fêtes du Tricentenaire.

F. **L'Harmas de Fabre, à Serignan (Vaucluse).** — Il est rattaché à la Chaire d'Entomologie (professeur JEANNEL) ; c'est la maison où le célèbre entomologiste FABRE a fait toutes ses recherches, où il est né, où il a vécu et où il est mort.

Le Parlement l'a acheté en 1922 et nous l'a confié.

Un grand nombre d'admirateurs de FABRE le visitent chaque année, et il est certain que c'est un endroit particulièrement privilégié, où l'on pourrait continuer, en s'inspirant des méthodes modernes, les observations du célèbre entomologiste.

G. **Le terrain de Sansan et le terrain de Cernay.** — Au Muséum (Chaire de Paléontologie) ont été affectés deux petits terrains qui contiennent d'admirables gisements de Vertébrés fossiles et qui ont été fouillés, l'un par GERVAIS, l'autre par Victor LEMOINE.

Il sera peut-être utile de rouvrir ces gisements et d'y faire de nouvelles fouilles.

Malheureusement, le terrain de Cernay a été complètement bouleversé par les obus au moment de la guerre.

H. **Le domaine de Brunoy.** — Ce domaine provient du legs de LIONET. Il est plus spécialement affecté à la Chaire de Culture. Il est loué actuellement.

I. **Le « Pourquoi-Pas ? ».** — Le Muséum est propriétaire du célèbre navire du commandant CHARCOT, qui a effectué tant de belles recherches océanographiques dans les régions antarctiques et arctiques. Les dragages du « Pourquoi-pas ? » ont permis de connaître la constitution géologique de la Manche.

Grâce au commandant CHARCOT, associé du Muséum, la France n'a pas interrompu la grande tradition inaugurée par MILNE-EDWARDS avec le « Talisman » et le « Travailleur ». Le Muséum continuera dans l'avenir cette tradition par le rôle qu'il joue dans l'organisation

scientifique du beau navire océanographique, le « Président-Théodore-Tissier », dont la France a doté l'Office scientifique et technique des Pêches maritimes sur les fonds de l'Équipement national.

J. **Les réserves naturelles de Madagascar.** — Enfin, il a été institué par décret du 31 décembre 1927 des réserves naturelles destinées à conserver la flore et la faune si spéciales de l'île de Madagascar.

Ces réserves constituent dix grandes régions dont la superficie totale est de 343 259 hectares, et où il est interdit toute exploitation de quelque nature que ce soit.

Le Muséum a le contrôle scientifique de ces réserves ; il envoie constamment des fonctionnaires en mission pour effectuer ce contrôle et, d'accord avec le gouverneur général CAYLA, le rendre effectif et étudier les ressources (mission HUMBERT, mission PETIT, mission LEANDRI, mission HEIM).

K. **Le développement du Muséum en province et aux colonies.** — Le rôle du Muséum National d'Histoire naturelle ne doit pas se borner à ses propres organisations, mais il convient qu'il aide, dans toute la mesure du possible, les organisations départementales, municipales et même privées qui poursuivent le même but d'éducation nationale, en ce qui concerne les sciences naturelles. Il est donc entré dans les Conseils d'administration du Musée de la mer, à Biarritz, du Muséum d'Histoire naturelle et du Jardin Zoologique à Bourges ; il a envoyé gratuitement, en dépôt, des collections et des animaux vivant au Musée Napoléonien de l'île d'Aix, au Jardin Zoologique de Bourges et à celui de Toulouse, et l'on peut penser que cette collaboration intime, cordiale et féconde, s'étendra à d'autres villes de province et des colonies.

Dans le même ordre d'idées, je signalerai que le Directeur du Muséum est membre de droit du Comité consultatif de l'Enseignement supérieur (section des sciences naturelles), de la Caisse des sciences, du Conseil du Musée National de la France d'outre-Mer, du Conseil de l'Institut National d'agronomie de la France d'outre-Mer, etc...

Des professeurs du Muséum font partie de droit du Conseil du Jardin d'essai d'Alger, du Comité anti-Acridien, de la commission des chasses au Ministère des Colonies, etc.

Dans toute son œuvre, le Muséum est puissamment aidé par la Société des Amis du Muséum (2 500 membres), que préside le gouverneur général OLIVIER. Elle donne presque toutes les semaines, dans le grand amphithéâtre du Muséum, des conférences scientifiques variées et organise pour son groupement de « Juniors » des conférences-promenades qui ont lieu tous les quinze jours, le jeudi.

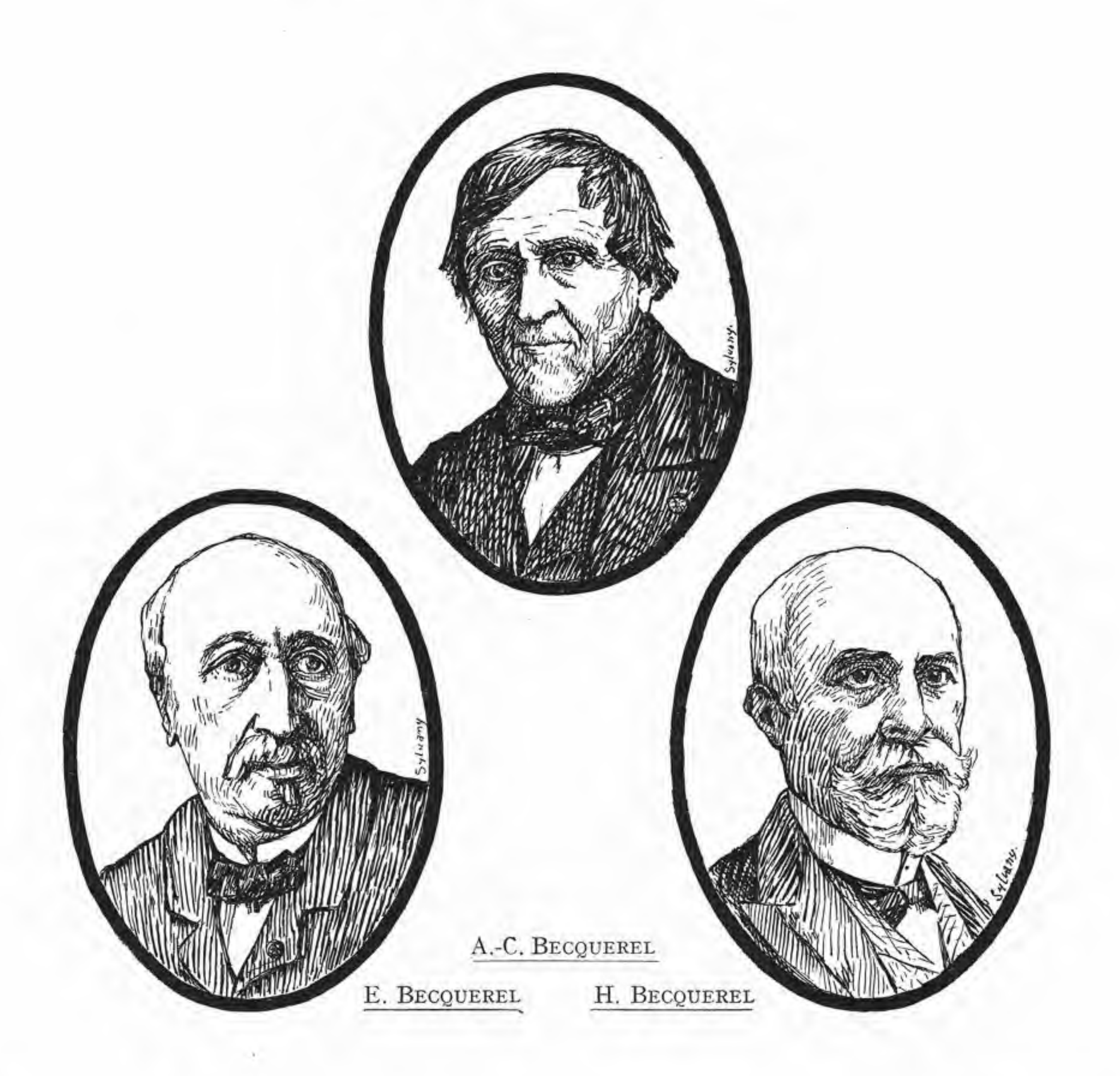
Il est aidé également : par la Société auxiliaire des Établissements d'Histoire Naturelle société anonyme dont le Muséum et la Société des Amis du Muséum possèdent le contrôle et qui a la liberté légale de faire tout ce que le Muséum n'a pas le droit de faire ; par la Société des Amis du Musée d'Ethnographie, le Comité de patronage du Laboratoire d'Agronomie Coloniale, le Comité de Patronage de la section d'Entomologie appliquée du Laboratoire d'Entomologie, le Comité de Patronage du Musée de la Mer à Dinard (président : Sir Robert MUND).

Ainsi, le Muséum National d'Histoire Naturelle joue un rôle primordial dans le développement des Sciences de la Vie dans la France métropolitaine et dans la France d'outre-mer.

PAUL LEMOINE,
Directeur du Muséum National
d'Histoire naturelle.

Chaire de Physique appliquée à l'Histoire naturelle

Professeur Monsieur JEAN BECQUEREL



A.-C. BECQUEREL

E. BECQUEREL H. BECQUEREL

Les principaux travaux des Professeurs de la Chaire de Physique

du *Muséum National d'Histoire naturelle*

Par JEAN BECQUEREL

Antoine-César BECQUEREL, ancien élève de l'École Polytechnique, chef de bataillon du génie, abandonna la carrière militaire à l'âge de vingt-sept ans (1815) pour se consacrer uniquement aux sciences. Son œuvre, fruit d'un travail ininterrompu de soixante années, est considérable.

Les premières recherches d'Antoine-César BECQUEREL se rapportent à la Minéralogie (1819) : il fut conduit à étudier le dégagement d'électricité par la compression de certaines substances minérales (1820) ; il montra que cet effet, considéré par HAÜY comme une propriété spéciale à quelques minéraux, est une propriété générale de la matière ; il donna les lois du phénomène et établit que, pour de faibles pressions, la quantité d'électricité produite est proportionnelle à la compression exercée. Ce travail, important par lui-même, fut l'origine de ses nombreuses recherches sur l'électricité : il avait, dès lors, trouvé la voie qu'il devait suivre.

Peu après, il étudia les manifestations du magnétisme dans des fils fins et dans différents corps. Dès 1823, il donna les *lois fondamentales des phénomènes thermo-électriques*, toujours enseignées depuis, dans les cours de physique classique, sous le nom de « lois d'A.-C. BECQUEREL » ; il signala bientôt (1826) l'application des courants thermo-électriques à la détermination des températures élevées. Puis il imagina un instrument précieux, le *galvanomètre différentiel* (1825), destiné à comparer les conductibilités électriques des métaux.

A la même époque (1823), le principal objet de ses efforts fut l'étude du dégagement de l'électricité dans les actions chimiques ; car la question fondamentale des origines de la production de l'électricité était alors très discutée. Même avant les découvertes de GALVANI et de VOLTA, on avait observé que certaines actions chimiques sont accompagnées d'un

dégagement d'électricité : c'est ainsi que, dès 1781, LAVOISIER et LAPLACE avaient chargé un condensateur en le mettant en communication avec un vase où l'on faisait agir de l'acide sulfurique sur de la craie ou sur du fer ; mais ils avaient attribué l'électricité dégagée au changement d'état des corps (production de vapeur), et d'ailleurs les effets étaient tellement complexes qu'aucune loi n'avait pu être formulée. D'autre part, des savants éminents, tels que DAVY, soutenaient que le contact de deux métaux différents était la seule cause de la production d'électricité dans la pile voltaïque.

C'est Antoine-César BECQUEREL qui démontra, par des expériences ingénieuses et originales, le dégagement constant de l'électricité dans les réactions mutuelles des corps ; il formula la loi suivante :

Quand deux corps se combinent, les substances qui s'unissent à l'oxygène ou celles qui jouent le rôle de base s'électrisent négativement, tandis que l'oxygène ou les corps qui jouent le rôle d'acide s'électrisent positivement. Dans les décompositions, les manifestations électriques sont inverses.

A.-C. BECQUEREL établit alors l'*origine chimique du dégagement de l'électricité dans la pile,* vérité devenue banale, mais à laquelle il convient de rattacher le nom de l'auteur de la découverte.

Ses travaux sur la pile de VOLTA le conduisirent, en 1829, à reconnaître la cause de l'affaiblissement du courant dans les piles simples. Traduisant sa découverte en invention, il créa la *pile à deux liquides* et notamment la *pile à sulfate de cuivre.* Voici quelques passages de son Mémoire (p. 23 du tome XLI des *Ann. de chimie et de physique*) :

« La pile porte avec elle les causes de diminution qu'éprouve continuellement l'intensité du courant électrique, car, dès l'instant qu'elle fonctionne, il s'opère des décompositions et des transports de substances qui polarisent les plaques de manière à produire des courants en sens inverse du premier : l'art consiste à dissoudre ces dépôts à mesure qu'ils se forment avec des liquides convenablement placés. On y parvient à l'aide du procédé que j'ai décrit ; ainsi, dans l'expérience n° 5, l'acide sulfurique qui est dans la case cuivre est employé en partie à dissoudre une portion du zinc qui est transporté sur la plaque de cuivre... Le maximum d'intensité s'obtient sensiblement quand le cuivre plonge dans une dissolution de nitrate de cuivre, et le zinc dans une dissolution de sulfate de zinc... Une pile construite suivant les principes que je viens de faire connaître, c'est-à-dire dans laquelle chaque métal plonge dans une case particulière qui renferme un liquide convenable, cette pile, dis-je, réunit toutes les conditions les plus favorables, puisqu'on évite ainsi les causes qui peuvent nuire aux effets électriques... »

Le sulfate de cuivre fut aussi souvent employé que le nitrate. Cette pile, appelée alors *pile cloisonnée,* rendit dans les laboratoires et dans l'industrie des services considérables, et, plus tard, elle seule permit les premières applications des courants électriques à la télégraphie.

En 1836, sept ans après la découverte de la *pile à courant constant,* le physicien anglais DANIELL reproduisit, sans même les citer, les raisonnements et les expériences d'A.-C. BECQUEREL. L'habitude fut prise de désigner sous le nom de DANIELL une pile que ce physicien n'avait pas inventée, qu'il avait seulement améliorée au point de vue de la

construction. Lorsque A.-C. Becquerel voulut protester contre cette injustice, il se trouva désarmé devant une habitude déjà établie ; il eut la douleur de ne pouvoir baptiser l'un des plus précieux instruments de la physique et de voir son œuvre porter, même en France, un nom étranger.

Toute la théorie des piles à courant constant est renfermée dans le Mémoire de 1829. En 1835, A.-C. Becquerel inventa une pile à grande force électromotrice, la *pile à oxygène*, formée avec de la potasse et de l'acide nitrique, et, en 1846, il construisit la première pile à chlorure d'argent.

Signalons, en passant, l'invention de la balance électromagnétique (1837) destinée à mesurer les intensités des courants électriques.

Il est impossible d'entrer ici dans le détail des recherches d'A.-C. Becquerel sur le dégagement de l'électricité. Dans ses mémoires, il s'élève à une hauteur de vues remarquable. Il développe l'idée de l'unité d'origine de la chaleur, de la lumière, de l'électricité et de la transformation de ces trois formes d'énergie les unes dans les autres. Son nom reste attaché à cette grande vérité que, pour la production de l'électricité, il faut toujours un travail moléculaire, soit mécanique (frottement, pression), soit physique (chaleur, lumière), soit chimique (combinaisons et décompositions).

Ayant doté la science de la pile à courant constant, A.-C. Becquerel se hâta de l'utiliser pour obtenir des décompositions électro-chimiques. Il créa des méthodes inattendues, remarquables par leur extrême simplicité, à l'aide desquelles il montra comment diverses substances, même réputées insolubles, sont lentement attaquées par les acides : ces actions mettent en jeu des courants électriques, qui sont parfois très faibles, mais qui peuvent avec le temps donner naissance, en traversant les liquides, à des composés cristallisés, identiques à ceux qu'on rencontre dans la nature. Imiter et reproduire les phénomènes naturels, tels furent, en effet, la préoccupation constante de sa vie et le but de ses efforts.

Vers la même époque (1833), il étudia aussi les phénomènes électriques qui prennent naissance à l'intérieur des végétaux, les altérations qui se produisent à la surface du sol et dans la terre, la décomposition des roches. Dans un voyage à Venise, il étudia l'électricité de la torpille et la phosphorescence de la mer. Il fit usage des méthodes thermo-électriques, qu'il avait imaginées et perfectionnées, pour déterminer la température des tissus et des liquides des végétaux et des animaux, la température du corps humain dans les plaines et au sommet du grand Saint-Bernard. Il détermina la température de la terre à diverses profondeurs et celle du fond des lacs.

Cet ensemble de recherches eut un retentissement considérable. Les premières applications de l'électricité à l'histoire naturelle et à la physique du globe attirèrent l'attention du monde savant et firent comprendre que *la physique expérimentale peut apporter une aide précieuse à d'autres sciences*. Aussi, en 1838, les professeurs du Muséum demandèrent-ils au gouvernement la création d'une chaire de Physique appliquée aux sciences naturelles, et l'enseignement fut confié à celui qui avait ouvert tant d'horzions nouveaux dans cette voie. Le nouveau professeur résolut de porter ses efforts sur les applications de la physique à diverses branches de l'histoire naturelle : il se proposa, en particulier, d'étudier les

transformations des minéraux et des roches et le développement de la matière organique animale ou végétale.

L'œuvre accomplie en vingt ans, jusqu'en 1838, suffirait à remplir la carrière d'un savant ; elle n'était cependant qu'une étape dans la vie d'A.-C. Becquerel. Pendant quarante ans encore, au Muséum, il ne cessa d'accumuler travaux sur travaux, et chaque année vit paraître quelque découverte. Il poursuivit ses recherches sur la température des tissus organiques de l'homme et des animaux, du sang artériel et du sang veineux (1841) ; il reconnut l'existence de courants électriques entre des terrains de diverses natures et étudia leur influence sur les phénomènes de décomposition et de recomposition dans la terre (1844-1845) ; il publia un travail sur les manifestations électriques qui accompagnent la contraction des muscles (1849) ; il étendit encore ses expériences d'électrochimie, tantôt avec des végétaux (1850-1851), tantôt avec des métaux et des sels minéraux ; il découvrit les *courants pyro-électriques* entre les métaux et les sels en fusion et imagina des méthodes métallurgiques nouvelles fondées sur des réactions électro-chimiques. A cet ensemble de recherches se rattachent le procédé de traitement qu'il a découvert pour les minerais d'argent, les procédés par lesquels on effectue des dépôts épais, continus et malléables de nickel et de cobalt sur d'autres métaux qu'il s'agit de préserver de l'oxydation, enfin les méthodes par lesquelles on peut déposer les peroxydes de plomb, de fer, de manganèse, pour obtenir les colorations les plus variées ; ces découvertes ont été appliquées en grand dans l'industrie, et la passementerie en a tiré de brillants effets.

Il convient de consacrer quelques lignes à la description du *thermomètre électrique* de A.-C. Becquerel. Considérons un circuit formé par deux fils de longueurs égales réunis et soudés à leurs extrémités : l'un des fils est en fer et l'autre en cuivre ou en platine. L'une des soudures, qui est généralement en forme d'*aiguille*, est placée en un point d'accès difficile, dont on veut connaître la température, par exemple dans le sol, ou dans les tissus des êtres vivants ; l'autre soudure est à la disposition de l'observateur, qui peut en faire varier à volonté la température et déterminer celle-ci avec un thermomètre ordinaire : on place cette soudure dans un godet rempli de mercure où plonge un thermomètre. Si les deux jonctions des fils sont à des températures différentes, un galvanomètre intercalé dans le circuit révèle un courant thermo-électrique ; mais si, en réchauffant ou refroidissant la soudure qui est à notre disposition, nous annulons le courant, nous pouvons affirmer qu'à ce moment les deux extrémités des fils sont à la même température, et sur le thermomètre plongé dans le mercure nous pouvons lire la température du point inaccessible.

A.-C. Becquerel déterminait ainsi les températures à un centième de degré près. Cette méthode de compensation, d'un emploi aisé et d'une grande précision, fut appliquée d'abord à étudier les variations de la température de l'air près et loin des arbres, aux diverses époques de l'année, puis de la température du sol depuis la surface jusqu'à une profondeur de 36 mètres, dans deux terrains couverts l'un de sable, l'autre de gazon (1864 à 1870). Les observations, continuées au Muséum jusqu'en 1914, ont donné des renseignements d'un grand intérêt sur la propagation de la chaleur dans la terre, ainsi qu'on le verra plus loin (Henri Becquerel).

Les recherches météorologiques tiennent une grande place dans l'œuvre d'A.-C. Bec-

QUEREL. Il étudia la répartition en France des averses de grêle : ayant dressé la statistique des sinistres, d'après les registres des compagnies d'assurance, pour le Loiret et les départements limitrophes, il montra que les grains accompagnés de grêle suivent généralement les mêmes parcours : *une forêt* (comme la forêt d'Orléans) *arrête les grains ou les divise et protège le pays situé au delà*. Ces conclusions le conduisirent à étudier, en collaboration avec son fils Edmond, les quantités de pluie près et loin des bois, à démontrer *l'influence néfaste du déboisement sur le régime des rivières*, et plus généralement à indiquer le rôle climatérique des forêts (1865-1869).

Cependant, il n'abandonnait pas les questions électro-chimiques ; il publiait, en 1862, un travail sur la galvanoplastie du nickel et du cobalt (en collaboration avec son fils), puis un mémoire sur la conservation du fer et du blindage en cuivre des navires dans l'eau de mer (1864-1867).

Enfin, en 1867, A.-C. BECQUEREL fit une nouvelle et importante découverte. Un tube fermé à sa base renfermant une solution d'un sel de cuivre était plongé dans une solution de monosulfure de sodium ; ce tube s'étant fêlé, il ne se produisit pas de sulfure par le mélange des solutions, mais la fêlure se recouvrit peu à peu de cristaux de cuivre. A.-C. BECQUEREL vit que ce phénomène était dû à des effets électriques dont il donna bientôt la théorie et qu'il appela *électro-capillaires*. Pendant les dix dernières années de sa vie, il ne cessa de poursuivre l'étude de ces effets, qui résultent de l'action chimique exercée par deux liquides séparés par une cloison perméable. Dans les espaces capillaires d'une fêlure de verre, entre deux plaques planes, ou encore à travers une colonne d'argile et de sable, il parvint à produire des dépôts de minéraux métalliques ; il expliqua les phénomènes d'endosmose et d'exosmose à travers les membranes et précisa le rôle de l'intervention des forces physico-chimiques dans l'organisme des êtres vivants.

Puis il étudia par les méthodes électriques les questions de dynamique chimique, le rôle de l'eau dans les dissolutions, les décompositions qui résultent des mélanges de dissolutions salines neutres ou alcalines, les forces électromotrices entre les liquides de l'organisme séparés par des membranes semblables aux parois poreuses de ses appareils.

A l'âge de quatre-vingt-sept ans, il réunit l'exposé de tous ces travaux dans un ouvrage intitulé : *Des forces physico-chimiques et de leur intervention dans la production des phénomènes naturels*. Cet ouvrage, absolument original, traite en particulier du rôle que jouent les effets électro-capillaires dans tous les phénomènes de la vie.

Avec une activité surprenante pour son âge, il s'était tenu au courant des travaux les plus récents de thermochimie qui se rattachaient à ses études ; dans sa quatre-vingt-dixième année, il publiait encore un travail sur les rapports entre les forces électromotrices et les quantités de chaleur dégagées par quelques actions électro-capillaires et exposait de nouvelles recherches sur les phénomènes électro-capillaires. Ce furent ses derniers travaux, quelques mois avant sa mort (18 janvier 1878).

Dans cette énumération rapide qui suit à peu près l'ordre chronologique, où la diversité des recherches entreprises simultanément témoigne de la puissance et de la fécondité de son esprit, nous avons dû passer sous silence de nombreux travaux d'A.-C. BECQUEREL relatifs à l'agriculture, à la régénération de la Sologne, et nous n'avons pu parler d'une

vingtaine de volumes publiés sur la physique, la météorologie et diverses questions agricoles.

Alexandre-Edmond BECQUEREL avait été reçu à l'École Normale en 1837 et un an après à l'École Polytechnique, l'année même de la fondation de la chaire de Physique au Muséum, mais il renonça au bénéfice de cette admission pour devenir, à l'âge de dix-huit ans, aide-préparateur de son père, auquel il devait succéder en 1878. Il fut aussi professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Les travaux d'Edmond BECQUEREL ont donc commencé dès la création de la chaire de Physique. A cette époque, les découvertes de DAGUERRE venaient de donner naissance à la photographie et avaient montré l'importance théorique et pratique des actions chimiques provoquées par la lumière. Comme, d'autre part, A.-C. BECQUEREL poursuivait ses études sur le dégagement de l'électricité dans les actions chimiques, Edmond BECQUEREL fut logiquement amené à découvrir la production d'électricité dans les changements dus à la lumière. Il étudia le dégagement d'électricité qui se manifeste lorsque des rayons solaires frappent une plaque daguerrienne placée dans un liquide conducteur : la plaque se charge d'électricité positive et le liquide d'électricité négative. Il créa alors l'*actinomètre électro-chimique* : dans une cuve remplie d'eau acidulée plongent deux lames sensibles communiquant avec un galvanomètre à fil long et fin ; quand la lumière frappe l'une de ces lames, il se produit un courant dont l'intensité donne la mesure de l'action lumineuse. Edmond BECQUEREL fit ce remarquable travail à l'âge de dix-neuf ans (1839-1840).

Cette première découverte fut presque aussitôt suivie par une autre non moins remarquable : la plaque daguerrienne, préparée dans l'obscurité en exposant une lame d'argent à la vapeur d'iode, n'est sensible que pour les radiations les plus réfrangibles du spectre ; Edmond BECQUEREL montra que, si l'on expose pendant quelques secondes la plaque à la lumière diffuse, elle devient sensible aux radiations rouges, jaunes et vertes ; ces rayons *continuent* donc une action commencée par les rayons chimiques. Les rayons continuateurs sont aussi révélateurs, et Edmond BECQUEREL obtint de très beaux daguerréotypes sans mercure, par la seule exposition de la plaque à la lumière transmise à travers un verre, coloré en rouge par de l'oxydule de cuivre (1849).

A cette époque, on croyait généralement à l'existence de trois sortes de radiations distinctes : des rayons calorifiques, des rayons lumineux et des rayons chimiques. Edmond BECQUEREL réalisa une expérience fondamentale : en projetant le spectre solaire sur une plaque sensible, il vit apparaître dans le bleu et le violet les raies sombres de FRAUENHOFER, puis au delà du spectre visible, un grand nombre de raies semblables à celles de la partie visible, dont elles forment la suite : ces raies se reproduisaient identiquement les mêmes, quelle que soit la substance sensible employée, dans toute la partie où cette substance subit l'action de la lumière. La première photographie des raies spectrales était réalisée, et *l'unité de constitution du spectre solaire dans la région visible et la région invisible était démontrée* (1842). Il serait superflu d'insister sur l'importance d'un pareil résultat.

L'emploi d'écrans transparents, colorés ou non, conduisit Edmond BECQUEREL à

montrer que chaque écran absorbe certaines radiations et que toute radiation supprimée comme lumière disparaît en même temps comme agent photochimique, comme cause de phosphorescence et comme cause de chaleur : en un mot, chaque radiation absorbée disparaît à la fois dans toutes ses manifestations, vérité qui nous paraît aujourd'hui évidente, mais qui était encore ignorée en 1840.

Dans une série de recherches poursuivies méthodiquement, de 1838 à 1848, le problème de la *photographie des couleurs* reçut sa première solution. Si l'on dépose sur une lame d'argent une couche de sous-chlorure d'argent violet, soit par décomposition électrolytique d'une solution étendue d'acide chlorhydrique, soit en plongeant la lame dans une solution de bichlorure de cuivre, un spectre lumineux projeté sur cette lame y développe une image colorée, où chaque couleur est bien celle de la lumière qui a impressionné la plaque. L'image apparaît lentement, d'elle-même, à la suite d'une longue pose, sans qu'il y ait lieu de la révéler. Malheureusement, les images très belles ainsi obtenues ne se fixent pas ; le sous-chlorure d'argent, coloré ou non, se dissout dans l'hyposulfite de soude. Ces photographies en couleur se conservent à l'obscurité depuis quatre-vingt-sept ans, mais elles s'altéreraient lentement à la lumière diffuse.

Le sous-chlorure d'argent violet est sensible à tous les rayons lumineux dans les mêmes limites que la rétine. En l'utilisant dans l'actinomètre, on réalise un véritable photomètre électro-chimique.

Parallèlement à ses travaux sur les actions chimiques de la lumière, Edmond BECQUEREL réalisa dans d'autres voies des expériences nouvelles et importantes. En 1843, il étendit aux liquides la loi que JOULE avait établie sur le dégagement de chaleur dans les conducteurs solides parcourus par un courant ; il appliqua dans ces recherches la méthode du galvanomètre différentiel imaginée par son père et inventa un rhéostat à liquide qui est passé dans l'usage.

En 1844, il publia un travail sur les lois qui régissent la décomposition électrolytique des sels à formules complexes et, rectifiant un énoncé de FARADAY, donna la loi fondamentale de l'effet ; le même courant dégage au pôle positif, dans divers électrolytes, la même quantité ou des quantités équivalentes de métalloïde ou d'acide. En 1846, il mesura les pouvoirs conducteurs d'un grand nombre de corps solides et liquides et détermina l'influence de la chaleur sur la conductibilité.

La même année, il fut conduit à d'importantes observations sur la polarisation rotatoire magnétique. FARADAY venait de découvrir la rotation du plan de polarisation de la lumière dans les substances amorphes ou les liquides sous l'action d'un champ magnétique. Edmond BECQUEREL établit que, pour une même substance, le pouvoir rotatoire magnétique varie sensiblement en raison inverse du carré de la longueur d'onde, que les cristaux uniaxes jouissent de la même propriété, dans la direction de l'axe optique, enfin que les solutions aqueuses des sels de fer ont un pouvoir rotatoire magnétique plus faible que celui de l'eau. Ces observations capitales furent la source des principales découvertes ultérieures sur le phénomène de FARADAY, en particulier des travaux d'Henri BECQUEREL *et de ceux qui se poursuivent encore aujourd'hui au laboratoire de physique du Muséum.*

Edmond BECQUEREL s'attacha alors à l'étude du magnétisme (1845 à 1855). Il établit,

par des expériences nombreuses et variées, que tous les corps subissent, à des degrés différents, l'influence attractive ou répulsive de l'aimant. Il découvrit que l'oxygène est magnétique (on dirait aujourd'hui paramagnétique). Enfin, il établit qu'un corps est repoussé ou attiré par l'aimant suivant qu'il se trouve dans un milieu plus ou moins magnétique que lui.

Entre 1855 et 1861, Edmond Becquerel étudia les effets électriques qui se produisent par le mouvement des lames métalliques dans les liquides conducteurs ; il fit des recherches sur les constantes des piles et sur la conductibilité des liquides dans les tubes capillaires. Il convient de signaler surtout un travail très étendu sur la pyrométrie, la détermination des températures élevées par les méthodes thermo-électriques ; puis une étude fondamentale des radiations émises par les corps incandescents : il montre que la température peut se déduire de mesures photométriques ; il trouve que les températures des foyers les plus ardents ne sont pas aussi élevées qu'on le pensait. Les travaux plus récents confirment cette conclusion, et la question de la mesure optique des hautes températures a pris depuis une très grande extension.

Rappelons encore les travaux d'Edmond Becquerel sur les pouvoirs thermo-électriques des métaux et de leurs alliages ; la construction de la pile thermo-électrique sulfure de cuivre-maillechort qui donne au rouge sombre une force électromotrice de un tiers de volt.

Nous arrivons maintenant aux travaux les plus importants d'Edmond Becquerel, à ses découvertes sur la phosphorescence.

On connaissait certains effets de phosphorescence des corps organisés et de quelques minéraux. On avait su préparer quelques substances qui restaient lumineuses après action de la lumière, ou de la chaleur, ou à la suite d'actions mécaniques ; mais, avant 1839, aucune étude systématique de ces phénomènes n'avait été entreprise.

En 1839, A.-C. Becquerel s'était occupé de l'action des décharges électriques sur la phosphorescence et, dans un travail fait conjointement avec son fils et avec Biot, il avait été conduit à étudier la phosphorescence de diverses substances. Edmond Becquerel continua seul ces recherches et ne cessa de s'occuper de ces questions pendant toute sa vie.

Quelques physiciens avaient déjà vu que les rayons bleus et violets sont les plus aptes à exciter la phosphorescence de la « pierre de Bologne ». Edmond Becquerel, en 1843, montra que, si l'on projette le spectre solaire sur un écran recouvert d'un sulfure phosphorecent, la phosphorescence est provoquée par les régions bleue, violette et ultra-violette : il vit ainsi apparaître les raies sombres du spectre solaire, notamment celles qu'il avait découvertes dans l'ultra-violet par la photographie. Dans certaines régions du spectre, les substances rendues lumineuses acquièrent la faculté de luire encore après extinction de la lumière excitatrice ; dans d'autres régions, l'émission cesse en même temps que l'action du spectre. Stokes a étudié plus tard ces derniers phénomènes sous le nom de fluorescence.

Dans un mémoire paru en 1857, Edmond Becquerel décrit les modes de préparation de nombreuses substances phosphorescentes de teintes diverses ; ce sont des sulfures de baryum, de strontium et de calcium. Ces corps doivent leur phosphorescence à des traces de matières étrangères : avec le sulfure de calcium, par exemple, une trace de manganèse

donne des corps lumineux rouges et jaunes, la présence de sels de sodium et de lithium donne des produits lumineux verts et une petite quantité de bismuth avec un peu de sodium donne une matière très lumineuse bleue. Edmond BECQUEREL étudia les régions du spectre qui provoquent la phosphorescence de chacune de ces substances. Il montra aussi qu'en les enfermant dans des tubes à gaz raréfié et faisant passer les décharges d'une bobine d'induction la phosphorescence qui persiste après le passage est très vive.

La durée de l'émission est très variable d'un corps à l'autre ; la phosphorescence de quelques-uns reste visible pendant plusieurs heures (sulfure de calcium bleu) ; d'autres s'éteignent très vite : par exemple, un morceau de spath d'Islande, éclairé en ouvrant un volet dans une chambre noire, reste lumineux pendant un tiers de seconde environ après fermeture du volet. Il convenait donc de réaliser un dispositif permettant de voir d'une manière continue les corps un instant très court après le moment où l'action de la lumière excitatrice avait cessé : Edmond BECQUEREL imagina un remarquable appareil, le *phosphoroscope* (1858).

Le principe de l'appareil est le suivant : deux disques sont montés solidairement sur un même axe horizontal ; tous deux sont percés d'ouverture, qui ne se correspondent pas d'un disque à l'autre ; on projette sur l'un des disques un faisceau de lumière horizontal, parallèle à l'axe. Si l'on met les disques en rotation, le faisceau ne traverse pas le système, et un observateur placé de l'autre côté dans le prolongement du faisceau lumineux ne reçoit aucune lumière ; mais si, entre les deux disques et sur le prolongement du faisceau lumineux, on place un corps transparent capable de devenir phosphorescent, ce corps est éclairé chaque fois qu'une ouverture passe du côté de la source de lumière, et, chaque fois qu'une ouverture passe du côté de l'observateur, celui-ci voit le corps en vertu de la lumière qu'il émet. Par suite de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, le corps paraît luire d'une manière continue. Avec un tel appareil, en multipliant les ouvertures de chacun des disques et donnant à ceux-ci un mouvement rapide, il a été possible de réduire jusqu'à un quarante-millième de seconde le temps qui sépare l'excitation lumineuse de l'observation.

La première fois que l'expérience fut faite (avec un dispositif plus rudimentaire que celui qui vient d'être décrit), non seulement les matières phosphorescentes déjà connues parurent lumineuses, mais encore le tube de verre qui les contenait émit une lumière verte ; aussitôt Edmond BECQUEREL plaça dans l'appareil des minéraux et des substances diverses dont la plupart brillèrent de diverses couleurs. Plus court est le temps qui s'écoule entre l'excitation et l'observation, plus grand est le nombre des substances qui deviennent phosphorescentes. Il fut ainsi établi que la phosphorescence était un effet beaucoup plus générale qu'on ne le pensait, et Edmond BECQUEREL avait doté la science d'un appareil précieux pour l'étude de ce phénomène.

Avec le spath d'Islande, la phosphorecence n'est plus sensible au delà de un tiers de seconde ; avec le rubis, elle dure un vingtième de seconde ; pour le nitrate d'uranyle, la durée est de l'ordre de un centième de seconde ; pour les platinocyanures, il n'y a plus de lumière au bout de un trois-millième ou un quatre-millième de seconde ; enfin, d'autres substances, parmi lesquelles il faut ranger tous les liquides luminescents, ont une durée

d'émission tellement courte qu'on n'a pu les observer au phosphoroscope ; ce sont les substances que STOKES a appelées *fluorescentes* ; STOKES pensait qu'il s'agissait d'un nouvel effet lumineux, d'une diffusion avec changement de fréquence de la lumière incidente ; mais Edmond BECQUEREL a montré que le phénomène est de même nature que celui présenté par les corps phosphorescents.

En 1859, Edmond BECQUEREL établit que l'oxygène mélangé à des traces d'autres gaz et raréfié reste lumineux quelques instants après le passage d'une décharge. La même année, il analysa la lumière émise par diverses substances phosphorescentes ; chacune d'elles donne un spectre qui lui est propre, composé de bandes lumineuses plus ou moins fines. Le spectre dépend non seulement de la constitution chimique de la substance, mais aussi de sa constitution moléculaire. De là se déduit un *procédé remarquable d'analyse spectrale,* qui n'entraîne aucune altération des corps : *on reconnaît* un diamant ou un rubis, *en le plaçant simplement dans le phosphoroscope* et analysant la lumière émise.

La chaleur active la phosphorescence, mais la fait disparaître plus vite. Elle modifie aussi la composition de la lumière émise : le sulfure de strontium lumineux bleu à la température ordinaire peut donner, entre — 20° et + 150°, toutes les nuances du violet à l'orangé.

A une même température, un même corps peut émettre des rayons de teintes et de durées différentes, provenant de bandes d'émission qui apparaissent successivement, lorsqu'on augmente peu à peu la vitesse de rotation des disques du phosphoroscope : ces effets, qui tiennent généralement à la présence de matières différentes, ont été expliqués plus tard et montrent toute la fécondité de cette méthode d'analyse optique.

Edmond BECQUEREL (1860) mesura les intensités lumineuses de diverses substances au bout d'un temps plus ou moins long et compara leur extinction au refroidissement des corps par rayonnement.

Toutes ces découvertes sont exposées dans un ouvrage en deux volumes, *la lumière, ses causes et ses effets,* publié en 1869, dans lesquels les physiciens peuvent encore trouver bien des sujets de travail.

En 1872, Edmond BECQUEREL donna un mémoire sur les variations des spectres d'émission par phosphorescence des divers sels d'uranyle : cette étude fut continuée par Henri, puis par Jean BECQUEREL jusqu'aux très basses températures réalisables avec l'hydrogène liquide. Il importe d'appeler l'attention sur une méthode permettant de rendre visible d'une manière continue la région infra-rouge du spectre solaire, en utilisant un effet d'extinction que les rayons infra-rouges produisent sur la blende hexagonale phosphorescente. Par cette belle expérience (1873), il rendait visible pour la première fois les raies du spectre infra-rouge solaire, comme il avait découvert celles du spectre ultra-violet. Nous reviendrons plus loin sur ces travaux, qui furent repris et étendus par Henri BECQUEREL.

Il faut citer encore un travail, datant de 1874, sur l'emploi des substances absorbant la lumière, de la chlorophylle en particulier, pour rendre les plaques photographiques sensibles aux rayons qu'absorbent ces substances. C'était le principe de la méthode qui permet aujourd'hui d'avoir des plaques sensibles à toutes les couleurs.

Les dernières années de la vie d'Edmond BECQUEREL furent occupées à éclaircir divers points de ses travaux antérieurs : la phosphorescence sous l'influence des décharges élec-

triques dans les tubes à gaz *très raréfiés* (1885) ; l'influence de traces de substances diverses sur la lumière émise par certaines préparations phosphorescentes (1866-1888).

Pour terminer ce court exposé, il reste à mentionner des recherches météorologiques, une étude du climat de la France, des expériences relatives à l'action de la lumière sur la végétation, toutes questions du plus grand intérêt pour les sciences naturelles.

Henri BECQUEREL avait, dès son enfance, vécu dans l'atmopshère du laboratoire du Muséum et avait été élevé dans le culte de la Science. Reçu à l'âge de dix-neuf ans à l'École Polytechnique (1872), il en sortit dans le corps des Ponts et Chaussées et, pendant trois ans, mena de front ses études d'élève-ingénieur et ses premières recherches au laboratoire. Dès 1875, il publia un travail remarquable qui lui valut, à vingt-trois ans, la situation de répétiteur à l'École Polytechnique, où il succéda à POTIER comme professeur (1895). En 1878, à la mort de son grand-père, il remplaça comme aide naturaliste au Muséum son père nommé professeur ; il devait à son tour lui succéder en 1892. Dès 1889, l'Académie des Sciences lui avait ouvert ses portes, alors qu'il n'était âgé que de trente-six ans.

FARADAY, en découvrant qu'un corps transparent soumis à l'influence d'un champ magnétique fait tourner le plan de polarisation de la lumière qui le traverse, avait établi entre l'électromagnétisme et l'optique un lien inattendu et d'une importance considérable. Henri BECQUEREL comprit tout l'intérêt attaché à ce phénomène : « Jusqu'ici, dit-il, nous n'avons aucune idée des mouvements qui donnent naissance à l'électricité, tandis que les vibrations qui constituent les ondes lumineuses sont beaucoup mieux connues. » Il pensa donc que l'étude des propriétés optiques des corps soumis à l'influence d'un aimant devait être un puissant auxiliaire pour la recherche de l'origine et de la nature des manifestations électromagnétiques. On voit aujourd'hui combien ces prévisions étaient justifiées : la magnéto-optique constitue une des branches les plus fécondes de la physique moderne.

Edmond BECQUEREL avait, comme nous l'avons dit, établi que la rotation magnétique de la vibration lumineuse varie, en première approximation, comme l'inverse du carré de la longueur d'onde. Henri BECQUEREL, guidé par ce résultat et par des vues théoriques, pensa, contrairement à l'opinion de VERDET, qu'une relation devait exister entre le pouvoir rotatoire magnétique et l'indice de réfraction ; ses nombreuses mesures lui permirent de reconnaître que « la rotation magnétique des corps est liée à leur indice de réfraction et à une autre fonction qui varie avec le magnétisme spécifique des corps ». Ce fut son premier travail, en 1875.

Il pensa alors que l'influence magnétique de la part des molécules se manifesterait principalement avec les substances qui s'aimantent dans le sens du champ magnétique (dites aujourd'hui *paramagnétiques*), qui font, en général, tourner le plan de polarisation en sens inverse (négatif) du sens (positif) observé avec les autres substances. Il établit que les lois de rotations *négatives* sont différentes de celles des rotations *positives* ; les rotations négatives varient beaucoup plus vite que l'inverse du carré de la longueur d'onde et sont proportionnelles, dans le cas des corps magnétiques dissous, au carré de la concentration. Henri BECQUEREL *a été le premier à affirmer l'existence d'une relation entre le pouvoir rotatoire*

magnétique et les propriétés magnétiques des corps. Mais, à cette époque (1876), les connaissances sur l'origine des phénomènes magnétiques étaient à peu près nulles, et l'on ne pouvait remonter aux causes de l'effet FARADAY. On verra plus loin que ce sont seulement les recherches entreprises au laboratoire du Muséum trente ans plus tard (et encore poursuivies à l'heure actuelle) qui ont permis d'élucider ces questions, en accord avec les théories actuelles du magnétisme.

Avant 1876, le phénomène de FARADAY n'avait pu être observé avec les gaz. Les recherches antérieures d'Henri BECQUEREL lui permirent de prévoir l'ordre de grandeur des rotations dans les gaz et de construire un appareil approprié à cette recherche. Le succès répondit à son attente, et il montra que les gaz présentent aussi le phénomène (1878-1880). L'oxygène, en raison de ses propriétés magnétiques, présente une anomalie remarquable.

Le rôle des forces qui développent les phénomènes naturels ne cessait de préoccuper un esprit aussi pénétrant et aussi avide d'approfondir les grands problèmes de la nature. Aussi le voyons-nous appliquer ses découvertes à la recherche d'une influence du magnétisme terrestre sur les corps, et en particulier sur l'atmosphère (1878-1882). Il mesura la rotation magnétique du sulfure de carbone sous l'action du champ terrestre, donnant ainsi un moyen de déterminer, par une mesure optique, l'intensité de ce champ en valeur absolue. Puis il réussit, en s'orientant au milieu de grandes difficultés et écartant un effet qui masquait le phénomène cherché, à démontrer l'influence magnétique de la terre sur les propriétés optiques de l'atmosphère : le résultat expérimental s'est trouvé de l'ordre de grandeur prévu.

Cependant, il ne perdait pas de vue les applications pratiques ; et, à la conférence internationale des unités électriques (1882-1884), il proposa d'appliquer à la mesure absolue des courants électriques la rotation magnétique observée dans un corps servant d'étalon (sulfure de carbone).

Comme conclusion de ses recherches expérimentales, Henri Becquerel développa, en 1885, une théorie remarquable du phénomène de FARADAY. Il montra comment l'hypothèse d'un *mouvement tourbillonnaire* du milieu qui transmet les ondes lumineuses *à l'intérieur des corps*, mouvement qui prendrait naissance sous l'influence du champ magnétique, rend compte très simplement du phénomène et conduit aux lois observées *dans le cas des corps diamagnétiques*. Ici, nous entrons dans un domaine où les idées exprimées par Henri BECQUEREL étaient véritablement prophétiques, et il a fallu les découvertes ultérieures en magnéto-optique pour en faire comprendre toute la portée.

Nous abandonnons donc l'ordre chronologique pour résumer les recherches d'Henri BECQUEREL, faites de 1897 à 1899, sur le phénomène de ZEEMAN et la dispersion anormale.

Chacun sait qu'en 1896 M. ZEEMAN découvrit une action spécifique du magnétisme sur l'émission et sur l'absorption de la lumière : sous l'action d'un champ magnétique, les raies d'émission ou d'absorption des « spectres de lignes » *des gaz et des vapeurs* sont décomposées. La première théorie de ce phénomène, qui fut aussitôt donnée par LORENTZ, rattacha l'émission et l'absorption de la lumière à des mouvements d'*électrons* (1).

(1) Rappelons que les électrons sont des corpuscules possédant tous la même charge négative, qui est l'atome d'électricité, et la même masse qui est 1 850 fois plus petite que la masse de l'atome d'hydrogène.

Henri BECQUEREL, qui ne cessait de songer aux problèmes pouvant apporter des données nouvelles sur la constitution de la matière, attribua au phénomène de ZEEMAN une importance telle qu'il n'hésita pas à interrompre momentanément ses recherches sur la radio-activité qu'il venait de découvrir. Il avait compris que l'effet ZEEMAN était une manifestation directe de cette « action magnétique moléculaire » qu'il avait supposée autrefois, mais qui était restée alors imprécise et mystérieuse. Dans quelques notes remarquables, il a montré que les expériences de MM. ZEEMAN, MACALUSO et CORBINO, et celles qu'il avait lui-même réalisées, révélaient un lien étroit entre la polarisation rotatoire magnétique et l'effet ZEEMAN, et que la grande dispersion rotatoire auprès des raies d'absorption des vapeurs était une conséquence de la dispersion anormale (rapide variation de l'indice de réfraction auprès des raies d'absorption) ; il mit en évidence la dispersion anormale, déjà connue pour les solides et les liquides, mais non encore pour les gaz, par une expérience restée célèbre, réalisée avec la vapeur de sodium (1898). Il donne enfin l'explication complète de la biréfringence magnétique, découverte par VOIGT pour les radiations voisines des raies d'absorption des vapeurs de sodium et de lithium.

Ses premières idées recevaient ainsi une confirmation. Autrefois, on ignorait les électrons ; leur découverte est venue combler la lacune de la théorie primitive ; le « mouvement tourbillonnaire » imaginé par Henri BECQUEREL existe bien, mais, au lieu d'un mouvement de l'éther, c'est un mouvement des électrons sous l'action d'un champ magnétique. LARMOR a donné, un peu plus tard, la théorie de la « précession » qui conduit, pour la dispersion rotatoire magnétique, précisément à la loi découverte par Henri BECQUEREL.

Mentionnons encore un travail, fait en collaboration avec M. Henri DESLANDRES, sur l'effet ZEEMAN dans la vapeur de fer, où de nouveaux types de décomposition magnétique des raies spectrales ont été observés.

Il n'est pas sans intérêt d'ajouter qu'Henri BECQUEREL avait pressenti le phénomène que M. ZEEMAN a découvert : il m'a dit qu'il l'avait cherché en 1888 ; mais il devait échouer, ne pouvant à cette époque prévoir l'ordre de grandeur de l'effet et ne possédant pas un électro-aimant assez puissant ni des spectroscopes à assez grand pouvoir de résolution.

Revenant aux travaux plus anciens, nous citerons un mémoire sur les propriétés magnétiques développées par influence dans divers échantillons de nickel et de cobalt, comparées à celles du fer (1879) ; des recherches montrent que le magnétisme spécifique de l'ozone est notablement supérieur à celui de l'oxygène ; une étude sur le fer nickelé de Sainte-Catherine, qui présente la curieuse propriété de devenir très magnétique après avoir été chauffé au rouge ; une étude, faite en commun avec MOISSAN, montrant que la fluorine de QUINCIÉ contient du fluor à l'état libre (1890).

Il faut maintenant rappeler de belles recherches, en collaboration avec Edmond BECQUEREL, sur la température du sol jusqu'à 36 mètres de profondeur, ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon. Il étudia également l'influence des froids de 1877 sur un sol couvert de neige, montrant avec quelle vitesse le gel se propage à l'intérieur de la couche de neige et dans le sol. Insistons davantage sur un mémoire publié en 1891, où Henri BECQUEREL montre que les formules données par FOURIER dans sa théorie du mouvement de la chaleur sont expérimentalement vérifiées

par les températures observées sous le sol, au Muséum, pendant l'hiver 1890-1891, hiver qui fut caractérisé par de nombreuses variations de température. Nous abordons maintenant l'une des plus importantes séries de travaux d'Henri BECQUEREL, ses recherches sur l'absorption et la phosphorescence, qui l'ont conduit à la découverte de la radio-activité.

Edmond BECQUEREL avait montré, comme nous l'avons dit, que, lorsque les radiations infra-rouges tombent sur une substance phosphorescente, elles éteignent la phosphorescence. Henri BECQUEREL observa que cette extinction est précédée d'une excitation temporaire qui fait apparaître avec grande netteté le spectre des radiations infra-rouges. Il réussit à déterminer les longueurs d'onde des principales bandes du spectre solaire infra-rouge ; puis il étudia les spectres d'absorption infra-rouges de l'eau, de l'atmosphère, de divers composés de terres rares ; il découvrit enfin les spectres infra-rouges de nombreuses vapeurs métalliques. Le champ nouveau ouvert ainsi à l'analyse spectrale comprend, à lui seul, un intervalle de longueurs d'onde plus étendu que l'ensemble de la région lumineuse et de la partie ultra-violette connue à cette époque (1883-1884).

Un autre travail concerne la phosphorescence des sels d'uranyle. Edmond BECQUEREL avait déjà observé que les spectres des composés uraniques sont constitués par sept ou huit bandes régulièrement distribuées ; de plus, le spectre d'absorption de ces substances est formé d'une série de bandes qui, dans le violet, prolongent la série des bandes d'émission par phosphorescence. Henri BECQUEREL donna la loi de distribution de ces bandes : la différence des fréquences des vibrations est sensiblement constante lorsqu'on passe d'un groupe au suivant ; de plus, les bandes d'absorption de plus grande longueur d'onde coïncident avec les bandes d'émission de plus courte longueur d'onde. Les sels d'uranyle forment une classe à part parmi les substances phosphorescentes, car ils sont phosphorescents par eux-mêmes : leurs spectres de phosphorescence sont en effet caractéristiques, non d'une matière diluée jouant le rôle de phosphorogène, mais de l'uranium lui-même (plus exactement de l'uranyle UO_2), et la structure de ces spectres se retrouve même dans les spectres d'*absorption* des composés uraneux non phosphorescents.

Ces recherches ont conduit Henri BECQUEREL à étudier l'absorption de la lumière dans les cristaux. Dans un grand nombre de minéraux contenant des terres rares, il observa que l'intensité de chaque bande d'absorption dépend de l'orientation de la vibration lumineuse à l'intérieur du cristal. Le phénomène est général dans tous les cristaux possédant des bandes d'absorption : un cristal optiquement *uniaxe* possède deux spectres principaux : un *spectre ordinaire* formé par l'absorption des vibrations normales à l'axe optique, et un *spectre extraordinaire*, correspondant aux vibrations parallèles à cet axe. *Dans les cristaux biaxes, à chaque bande d'absorption correspondent trois directions rectangulaires de symétrie* (*directions principales d'absorption*) ; le maximum et le minimum d'absorption, pour la bande considérée, ont lieu suivant deux de ces directions. Dans les cristaux orthorhombiques, les trois directions principales sont les mêmes pour toutes les bandes et coïncident avec les axes d'élasticité optique. Les cristaux clinorhombiques ont un axe de symétrie qui est toujours une direction principale commune à toutes les bandes, mais les deux autres directions principales peuvent être diversement orientées dans le plan de symétrie. Enfin,

dans les cristaux anorthiques, les directions principales d'absorption peuvent avoir une orientation quelconque.

L'observation des directions principales d'absorption conduit à des résultats importants. En effet, alors que d'autres propriétés optiques sont la résultante des effets dus à tous les atomes ou groupements atomiques engagés dans le cristal, l'absorption par des centres particuliers reste, au moins dans une certaine mesure, indépendante de l'action des centres voisins ; il arrive ainsi que les bandes qui n'ont pas les mêmes directions principales appartiennent à des substances différentes : le dédoublement du didyme en deux éléments, praséodyme et néodyme, vérifie d'une manière complète les déductions d'Henri BECQUEREL.

Ces recherches conduisent donc à une méthode d'analyse spectrale nouvelle, basée sur l'indépendance, au point de vue des directions principales d'absorption, des diverses matières engagées dans un cristal, et qui laisse intacts les cristaux étudiés.

Quelques années plus tard (1891), poursuivant ses études sur l'absorption et la phosphorescence, Henri BECQUEREL fit la première description des spectres de thermo-luminescence, émis par divers minéraux lorsqu'on les échauffe. Il reconnut que les bandes d'émission sont les mêmes quand la phosphorescence est excitée soit par la chaleur, soit par la lumière, mais que les intensités relatives et l'ordre d'apparition des bandes dépendent du mode d'excitation. Il put conclure que les bandes qui présentent entre elles, dans un même cristal, des différences dans leurs persistances ou des variations dans leurs intensités relatives caractérisent des substances différentes ou des composés différents d'un même élément.

Il reprit alors à un point de vue nouveau l'analyse de l'extinction de la luminescence en fonction du temps. Edmond BECQUEREL avait comparé cet effet à une sorte de refroidissement : Henri BECQUEREL montra qu'on pouvait rendre compte des résultats par un amortissement des vibrations. L'étude de l'extinction révèle aussi la présence de matières diverses dans un même minéral.

La découverte à laquelle le nom d'Henri Becquerel restera éternellement attaché, découverte qui a révolutionné la Physique, est celle de la *radioactivité*.

Le jour où les premières radiographies de RŒNTGEN furent présentées à l'Académie des Sciences par Henri POINCARÉ (20 janvier 1896), Henri BECQUEREL demanda à son confrère quelle était, dans l'ampoule, la région d'émission des rayons X : il lui fut répondu que le rayonnement émanait de la partie du verre frappée par les rayons cathodiques. Henri BECQUEREL fit remarquer à POINCARÉ que le verre était rendu fluorescent par les rayons cathodiques, et les deux savants furent immédiatement d'avis qu'il fallait chercher si certains corps, rendus fluorescents ou phosphorescents par une exposition à la lumière, émettaient un rayonnement analogue aux rayons X. Henri BECQUEREL entreprit aussitôt les recherches : les sels d'uranyle, qui avaient fait l'objet de tant de recherches au laboratoire du Muséum, et qui attiraient l'attention par leurs propriétés exceptionnelles, furent tout naturellement choisis pour tenter l'expérience.

Pensant que l'excitation par la lumière devait être nécessaire pour provoquer un rayonnement, Henri BECQUEREL plaça des lamelles de sulfate double d'uranyle et de potassium sur une enveloppe de papier noir, couverte d'aluminium, contenant une plaque photo-

graphique, et il exposa le tout au soleil pendant une journée ; le développement du cliché montra une tache faible limitée aux contours de la lamelle.

Un jour, un dispositif semblable au précédent ayant été monté, le ciel se trouva couvert ; Henri BECQUEREL, attendant une lumière plus favorable, enferma dans un tiroir le châssis contenant la plaque et recouvert des lamelles du sel d'uranyle. Le soleil ne se montra que trois jours plus tard ; Henri BECQUEREL, avant de reprendre l'expérience, prit la précaution de mettre une nouvelle plaque et de développer celle qu'il venait de retirer, qui était restée plus longtemps que les autres dans le châssis sous les lamelles du sel d'uranyle ; une impression intense s'est manifestée : il était clair qu'un rayonnement avait été émis à l'abri de toute lumière excitatrice : la radioactivité était découverte (1er mars 1896).

Une série d'expériences fut alors montée avec divers sels d'uranyle restés plusieurs années à l'abri de la lumière, puis avec des sels uraneux non phosphorescents, enfin avec de l'uranium métallique ; les substances, enfermées dans des boîtes en plomb épais, étaient protégées contre tout rayonnement connu.

Henri BECQUEREL a donc établi que l'uranium et tous ses composés émettent *spontanément* un rayonnement qui traverse les corps opaques à la lumière ; de plus, il a montré que, à masses égales, l'uranium métallique est plus actif que ses sels et que l'activité de ceux-ci est en raison de leur teneur en uranium : il s'agissait donc d'une propriété appartenant à l'*atome* d'uranium.

Remarquons que, si l'atome perd spontanément de l'énergie, il doit se transformer : ainsi, les premiers résultats d'Henri BECQUEREL pouvaient déjà faire pressentir l'*évolution de la matière* qui fut établie plus tard par M. RUTHERFORD.

Toutes les expériences d'Henri BECQUEREL furent des conquêtes nouvelles : il ne tarda pas à observer que le rayonnement de l'uranium provoque la décharge des corps électrisés en rendant les gaz conducteurs de l'électricité. Cette propriété fondamentale est encore aujourd'hui celle qu'on utilise pour mesurer l'énergie du rayonnement ; il convient de ne pas oublier à qui on la doit.

Chacun sait que les magnifiques recherches de CURIE et de Mme CURIE ont montré que le thorium jouit des mêmes propriétés que l'uranium et ont amené la découverte d'éléments beaucoup plus actifs, tels, par exemple, que le polonium et le radium. C'est d'ailleurs le fait, démontré par Henri BECQUEREL, que la radioactivité de l'uranium est une propriété atomique, qui a permis d'affirmer que certains minerais d'uranium ou de thorium, plus actifs que ces métaux eux-mêmes, contenaient des éléments radioactifs nouveaux, et a conduit à rechercher ces éléments.

Avec le radium que CURIE lui donna, Henri BECQUEREL constata que le rayonnement est composé de rayons de pouvoirs pénétrants différents. Utilisant l'action d'un champ magnétique sur le rayonnement de radium, il obtint sur une plaque photographique les traces séparées de deux rayonnements différents (appelés depuis α et β). Il montra que les rayons β forment un faisceau dispersé par l'aimant.

Il découvrit aussi l'action d'un champ électrique sur les rayons et, par la mesure simultanée des déviations électrique et magnétique, put évaluer le rapport de la charge à la masse et l'énorme vitesse des corpuscules formant les rayons β : *il démontra que les parti-*

cules β sont des électrons. M. RUTHERFORD ayant signalé la légère déviabilité magnétique des rayons α, Henri BECQUEREL en donna une mesure précise.

Enfin, une belle expérience est d'avoir montré que les isolants *solides*, tels que la paraffine, deviennent conducteurs sous l'influence des rayons des corps radioactifs et gardent pendant quelques heures cette propriété.

Le cadre de cet article ne permet pas de développer les conséquences prodigieuses de la découverte de la radioactivité, qui a révolutionné la physique et ouvert des horizons nouveaux à diverses branches des sciences naturelles. L'étude des phénomènes radioactifs a montré que la matière est un formidable réservoir d'énergie et a puissamment contribué à étendre nos connaissances sur la structure des atomes. Elle a conduit à la découverte des *pléiades d'isotopes*, corps ayant les mêmes propriétés chimiques et des propriétés physiques extrêmement voisines, bien que possédant des masses atomiques différentes. Le bombardement de la matière par des particules α a, pour la première fois, permis la transmutation artificielle des éléments.

Dans la Nature, la présence des corps radioactifs répandus partout est l'une des causes de l'ionisation de l'air et joue un rôle important dans les grands phénomènes de météorologie et d'électricité atmosphérique. Les termes ultimes des transformations, l'hélium et le plomb, qui ont pris naissance au cours de l'évolution radioactive, ont permis, par leur présence dans les roches, de préciser l'âge de nombreux minéraux, et en particulier d'affirmer que certaines roches n'ont pas été remaniées et sont restées froides depuis près de deux milliards d'années.

Il est enfin à peine besoin de rappeler l'importance des rayons BECQUEREL dans un grand nombre d'applications médicales.

Cette vue d'ensemble des travaux accomplis par les anciens professeurs appelle deux remarques.

La physique expérimentale ne doit pas être séparée des sciences dites « sciences naturelles ». La création au Muséum d'une chaire de Physique appliquée aux sciences naturelles avait été jugée nécessaire en 1838, après les premiers travaux d'Antoine-César BECQUEREL ; le concours que notre laboratoire a apporté non seulement à la physique pure, mais aux sciences naturelles, a justifié l'espoir qu'on avait fondé sur son établissement.

D'autre part, la continuité dans les travaux accomplis a été une des causes de leur fécondité. Parmi les nombreux exemples qu'on pourrait donner, citons seulement le plus frappant : l'étude des décharges électriques a conduit Antoine-César BECQUEREL à examiner leur action sur les substances phosphorescentes ; Edmond BECQUEREL, qui avait collaboré à ce travail, continua seul l'étude de la phosphorescence et reconnut les propriétés exceptionnelles des sels d'uranyle ; Henri BECQUEREL avait encore approfondi l'étude de ces sels : dès la découverte des rayons X, il eut immédiatement recours aux sels d'uranyle, dans l'espoir de trouver un nouveau rayonnement ; ce fut la découverte de la radioactivité, *qui est venue à son heure*. Voici ce mot qu'Henri BECQUEREL, dans sa modestie, aimait à

dire : « La découverte de la radioactivité *devait* être faite dans le laboratoire du Muséum, et si mon père avait vécu en 1896, c'est lui qui en aurait été l'auteur. »

La plupart des travaux effectués depuis 1906 par Jean BECQUEREL ont eu pour origine la continuation d'une partie de l'œuvre de son grand-père et de son père. D'une part, Edmond, puis Henri BECQUEREL, avaient étudié le premier phénomène magnéto-optique connu, la polarisation rotatoire magnétique, qui soulevait encore beaucoup de controverses ; d'autre part, Henri Becquerel avait déterminé les lois de l'absorption de la lumière dans les cristaux : il convenait d'approfondir ces questions en cherchant quelle pouvait être l'influence d'un champ magnétique sur les propriétés optiques des cristaux. Presque dès le début des recherches, l'emploi de basses températures s'est trouvé nécessaire : il avait, en effet, été établi (CURIE, P. LANGEVIN) que les effets diamagnétiques ne sont guère sensibles aux variations de température, alors que l'aimantation paramagnétique varie à peu près en raison inverse de la température absolue ; donc, s'il devait y avoir des effets magnéto-optiques liés au diamagnétisme, et d'autres liés au paramagnétisme, il fallait, pour les reconnaître, abaisser la température. Les premières expériences, à la température ordinaire puis à la température de l'air liquide (1906-1907), ont montré les phénomènes cherchés : décomposition magnétique des bandes d'absorption des cristaux, polarisation rotatoire paramagnétique ; elles ont révélé en même temps d'autres faits, en dehors même de toute action d'un champ magnétique, et l'auteur a été conduit à créer un nouveau chapitre de l'optique : *l'optique aux très basses températures*. Jusqu'en 1924, les expériences ont été faites au Muséum, à l'exception d'un travail effectué au laboratoire cryogénique de Leyde, où KAMERLINGH ONNES avait invité l'auteur en 1908. Depuis onze ans, dans l'impossibilité d'obtenir en France des températures suffisamment basses, l'auteur passe environ deux mois par an à Leyde : il doit une profonde reconnaissance à M. le professeur W. J. DE HAAS, qui lui offre la plus large et la plus cordiale hospitalité dans le service qu'il dirige. Les magnifiques ressources du Kamerlingh Onnes Laboratorium permettent de réaliser des recherches optiques jusqu'à la température de 1°,3 K. — 271°,8 C., le zéro absolu étant à — 273°,1 C.). Cependant, le laboratoire du Muséum ne reste pas inactif, car c'est au Muséum que sont faites les recherches préparatoires et celles des expériences qui n'exigent pas des températures inférieures à 77° K. (azote liquide).

L'auteur a d'abord établi (1907) que, sous la seule influence des changements de température, les spectres d'absorption de nombreux corps solides ou en solution subissent des modifications considérables. Quand on plonge les substances dans l'air liquide, les bandes d'absorption prennent une netteté et une finesse beaucoup plus grandes et en même temps changent d'intensité : la plupart deviennent plus intenses, et des bandes nouvelles apparaissent. Les minéraux et cristaux de terres rares ont été particulièrement étudiés, car ils sont remarquables par la richesse de leurs spectres en bandes déjà assez fines à la température ordinaire ; beaucoup de ces bandes sont complexes ; en effet, aux basses températures, elles se résolvent en raies, dont certaines sont comparables, comme finesse, aux raies des vapeurs.

Il a été reconnu (1907) que, dans un large domaine de températures, allant au moins jusqu'à la température de l'air liquide, la largeur des bandes varie à peu près proportionnellement à la racine carrée de la température absolue.

Dans les cristaux de terres rares, beaucoup de bandes passent par un maximum d'intensité à une certaine température, généralement très basse (1908) ; mais d'autres ont une intensité croissante qui tend vers une limite pratiquement réalisée aux températures de l'hélium liquide : à ces températures (4°,2 à 1°,3 K.), il ne subsiste qu'un spectre très simplifié, que l'auteur (1924) a appelé le *spectre fondamental*. Ces effets sont restés longtemps inexpliqués : aujourd'hui, on voit clairement que les variations d'intensités des bandes révèlent un remaniement, fonction de la température, de la répartition statistique des ions entre les diverses valeurs énergétiques qu'ils peuvent acquérir (niveaux d'énergie). A température suffisamment basse, l'état de plus basse énergie ou état fondamental peut être considéré comme seul présent, et le spectre fondamental provient de transitions, sous l'action de la lumière, à partir de cet état.

L'auteur a étudié diverses solutions refroidies et solidifiées (1907). L'abaissement de température permet d'observer les variations des spectres sous diverses influences ; mais il serait trop long d'exposer ici les applications.

Une expérience (1909) très simple a montré la liaison entre le pouvoir rotatoire et l'absorption dans le cinabre : par refroidissement, le bord de la bande se déplace du rouge au vert, et la grande dispersion rotatoire accompagne le bord de la bande.

Il convenait aussi d'observer la luminescence aux basses températures. En 1908, quelques mois avant sa mort si prématurée, Henri Becquerel, en collaboration avec Kamerlingh Onnes et avec l'auteur, avait commencé cette étude pour les sels d'uranyle. Le travail a été continué par l'auteur (1908-1910). Les bandes se résolvent en raies ; grâce à cette décomposition, l'identité de structure des divers groupes a été démontrée, et la loi de répartition, déjà soupçonnée autrefois, a été confirmée par des mesures précises. Un des résultats les plus importants a été d'établir que les spectres des sels d'uranyle, du type « spectres de bandes », sont attribuables au groupement UO^2 et non à l'atome d'uranium.

L'auteur a étudié la phosphorescence *polarisée* du rubis et de l'émeraude (1910). Récemment (1932), ayant observé les spectres d'absorption et de luminescence du rubis jusqu'à 1°,5 K., il a reconnu la présence simultanée d'un « spectre de bandes » et d'un « spectre de lignes » : dans le premier interviennent les oscillations des ions ou celles du réseau cristallin, tandis que le second est dû aux transitions énergétiques de l'ion chrome. Aux températures de l'hélium liquide, la luminescence du rubis est splendide.

Citons encore un travail (1911) qui a mis fin à une controverse entre plusieurs physiciens : il a été prouvé, par une méthode sensible, que l'indice de réfraction n'est pas modifié par la fluorescence.

Enfin un résultat important (1929) est d'avoir montré que, contrairement à ce qu'on pensait généralement, les spectres des cristaux de terres rares sont du type « spectres de lignes », par suite attribuables aux ions métalliques et non à des groupements moléculaires.

A la suite des travaux de l'auteur, l'emploi des basses températures en optique est devenu aujourd'hui d'un usage courant dans plusieurs laboratoires étrangers.

Source : MNHN, Paris

Des phénomènes analogues se produisent pour les spectres des solutions de terres rares, refroidies et solidifiées.

MM. du Bois et Elias (1909) ayant observé une décomposition magnétique des raies de luminescence du rubis, l'auteur a été conduit (1910) à compléter l'étude faite par ces physiciens. Récemment (1932), il a montré qu'aux très basses températures les dissymétries d'intensités sont opposées pour l'absorption et pour la fluorescence, dans le cas des bandes renversables : cet effet n'est pas encore complètement expliqué.

Un des résultats les plus importants des travaux de l'auteur est d'avoir permis d'établir [Rita Brunetti (1928) ; Jean Becquerel (1929)] que les spectres des cristaux étudiés sont formés de raies déjà partiellement décomposées; *ces raies sont des composantes discrètes et fortement séparées, dues à l'action d'un champ électrique cristallin.* Il s'agit d'un effet de même nature que l'effet Stark, mais cependant différent, car l'effet Stark est une décomposition par un champ électrique homogène et intense, tandis que le champ cristallin agit, non par son intensité, mais par sa grande inhomogénéité. Jusqu'alors, on n'avait pas soupçonné le rôle essentiel du champ interne, qui supprime partiellement la dégénérescence des niveaux d'énergie de l'ion libre. L'influence de ce champ a une répercussion dans toutes les recherches concernant le paramagnétisme des solides : aujourd'hui, une voie nouvelle est ouverte, qui permet de préciser le mécanisme de l'aimantation des cristaux, et, depuis 1929, des travaux importants sont dus à d'éminents théoriciens (MM. Bethe, Kramers, van Vleck, Penney et Schlapp).

Revenons à la polarisation rotatoire magnétique. Les premières expériences, à la température ordinaire, avaient montré l'existence, dans toute l'étendue du spectre, de quelques cristaux de terres rares, d'un pouvoir rotatoire magnétique de sens *négatif*. Dès qu'il fit usage de l'air liquide, l'auteur constata que ce pouvoir rotatoire croissait à peu près en raison inverse de la température absolue : un rapprochement évident avec la loi de Curie, relative à l'aimantation, lui a permis d'affirmer (1907) que ce pouvoir rotatoire est d'origine paramagnétique. La *polarisation rotatoire paramagnétique,* dont la possibilité avait été niée, était donc découverte par une expérience des plus simples.

Il fallait préciser de quelle manière ce pouvoir rotatoire se rattache à la décomposition des bandes d'absorption ; l'étude détaillée de ses variations aux environs des bandes a montré que l'effet propre de chacune d'elles est de participer au pouvoir rotatoire de deux façons différentes, par la séparation en composantes, indépendante de la température (comme dans l'effet Zeeman), et par la dissymétrie d'intensités des composantes, fonction de la température. A ces deux modes d'action se rattachent respectivement la *polarisation rotatoire diamagnétique* et la *polarisation rotatoire paramagnétique. Le phénomène de Faraday se compose donc de deux effets d'origines différentes,* dont le mécanisme est maintenant connu.

La polarisation rotatoire paramagnétique étant une manifestation de l'orientation des porteurs de moment magnétique permet une étude expérimentale des lois du paramagnétisme par une méthode optique généralement précise. Tel a été le principal objet des travaux de l'auteur depuis 1927, en majeure partie à Leyde, en collaboration avec MM. W. J. de Haas et J. van den Handel. Il serait beaucoup trop long de détailler les résultats ; bornons-nous à signaler que diverses lois d'aimantation nouvelles ont été obtenues : aux très basses

températures, dans les cristaux tels que les éthylsulfates de terres rares, où les ions magnétiques sont très dilués, on obtient la loi la plus simple, qui révèle un dédoublement, par le champ magnétique, du niveau d'énergie fondamental. A ces températures, la rotation cesse d'être proportionnelle au champ, et la *saturation paramagnétique* a pu être pratiquement réalisée avec l'éthylsulfate de dysprosium. Dans d'autres cas, il se manifeste un « champ moléculaire ». Dans la sidérose, le niveau fondamental de l'ion fer n'est pas magnétique : la preuve est que, aux températures de l'hélium liquide, il n'y a qu'une très faible rotation proportionnelle au champ, et indépendante de la température ; mais, lorsque les niveaux d'énergie supérieurs entrent en jeu, le paramagnétisme fonction de la température apparaît : par suite, lorsqu'on élève la température, le pouvoir rotatoire croît d'abord rapidement, passe par un maximum à une température comprise entre celles de l'hydrogène et de l'azote liquides, puis décroît aux températures plus hautes. Signalons enfin que la rotation paramagnétique peut atteindre des valeurs colossales aux très basses températures (tysonite, rotation de 1 520° par millimètre d'épaisseur, dans un champ de 27 000 gauss, à 1°,32 K.).

Ces recherches concernent les cristaux uniaxes, dont l'axe optique est orienté parallèlement au champ magnétique. Cependant, pour la tysonite, il a été possible de déterminer, depuis la température ordinaire jusqu'aux plus basses températures, le pouvoir rotatoire magnétique normal à l'axe, malgré sa superposition à la biréfringence (Muséum, 1929 ; Leyde, 1930).

Pour terminer cet exposé, il reste à citer des recherches sur le phénomène de HALL aux basses températures (1912-1913) ; deux ouvrages d'enseignement sur le principe de relativité et la théorie de la gravitation (1922-1923) ; un opuscule (1923) sur le champ de gravitation d'une sphère matérielle (mise au point du problème et réfutation des objections de PAINLEVÉ) ; une controverse avec M. BERGSON sur la notion de temps (publiée par M. BERGSON dans la 2e édition de son ouvrage *Durée et simultanéité*, 1923) ; enfin, deux tomes d'un *Traité de physique* (1924-1926).

Recherches de physiologie végétale

dans les hauts vides et aux bases températures

faites au Laboratoire de Physique appliquée aux sciences naturelles du Muséum

Par M. PAUL BECQUEREL,
Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.

Le Laboratoire de Physique a fourni à M. Paul BECQUEREL les moyens indispensables, les appareils les plus perfectionnés, pour poursuivre quelques-unes de ses recherches de physiologie végétale sur l'action des hauts vides et des basses températures. On ne peut en donner ici qu'une brève analyse. C'est ainsi qu'a été résolu l'important problème de la vie latente des germes, qui joue un si grand rôle dans la conservation et la dissémination de la vie à la surface du globe.

Les résultats des expériences de l'auteur ont été publiés dans les notes suivantes des *Comptes Rendus de l'Académie des sciences :* La suspension de la vie des graines décortiquées, sous les actions combinées de la déshydratation, des hauts vides et des basses températures de l'air et de l'hydrogène liquides (t. CXLVIII, p. 1052, 1909); La vie latente des spores des Mucorinées et des Ascomycètes aux basses températures (t. CL, p. 1437, 1910); La vie latente des graines décortiquées dans le vide à la température de l'hélium liquide (t. CLXXXI, p. 805, 1925) ; La vie latente des grains de pollen dans le vide à — 271° (t. CLXXXVIII, p. 1309, 1929); La vie latente des spores des Fougères dans le vide aux basses températures (t. CXC, p. 1139, 1930); La vie latente des spores des Mousses dans l'azote liquide (t. CXCIV, p. 1379, 1932).

La déshydratation des germes, les hauts vides, l'action de l'air et de l'azote liquides ont été réalisés au Laboratoire du Muséum. Mais, pour connaître le rôle des températures les plus basses, que malheureusement on ne pouvait obtenir ici, il a fallu terminer ces expériences au laboratoire cryogène de Leyde, grâce aux bienveillants concours de KAMMERLINGH-ONNES et de DE HAAS. Ces expériences ont transformé entièrement les notions que les physiologistes professaient dans leurs ouvrages classiques sur la vie latente. Elles ont prouvé que la vie latente des graines et des spores placées dans des conditions nor-

males de leur conservation et dans leur état de dessiccation naturelle, n'est pas une vie ralentie aérobie nécessitant par conséquent des échanges gazeux avec l'atmosphère. C'est une vie anaérobie d'autant plus lente que la teneur en eau du protoplasma est plus faible. D'autre part, elles ont démontré un fait capital : c'est que, sous les actions simultanées de la déshydratation, des hauts vides et des plus basses températures, on peut suspendre la vie dans les germes sans provoquer leur mort.

Dans ces conditions particulières, la vie anaérobie ralentie des graines et des spores devient une vie suspendue, une anabiose réelle.

En effet, c'était la première fois que l'on apportait la démonstration expérimentale que, sous les actions simultanées de la déshydratation la plus poussée, des hauts vides et des plus basses températures (6 semaines dans l'air liquide à — 189°, 77 heures dans l'hydrogène liquide à — 253°, 17 heures dans l'hélium liquide à — 271°,7), *on pouvait supprimer dans les germes des végétaux, spores ou graines, l'état gazeux de toutes traces d'air, l'état liquide de toutes traces d'eau, l'état colloïdal des diastases et du protoplasma, par conséquent arrêter toutes les réactions physicochimiques colloïdales de l'assimilation et de la désassimilation protoplasmiques sans porter atteinte, à leur retour, à la reprise de la vie.*

La découverte de la suspension expérimentale de la vie dans les germes des végétaux a une grande importance biologique.

Non seulement elle éclaire le problème si ardu du véritable mécanisme physicochimique de la vie en nous apportant une preuve nouvelle de son rigoureux déterminisme, mais encore elle nous fait connaître quelles sont les conditions physiques que nous devons réaliser, si nous voulons conférer au protoplasma des spores et des graines un pouvoir germinatif illimité permettant à leurs espèces de se conserver indéfiniment sur la terre.



Un autre problème de physique végétale a encore été étudié par M. Paul Becquerel dans ce laboratoire ; c'est la recherche des causes de la résistance des végétaux aux froids les plus rigoureux. Il a essayé de les mettre en évidence par un grand nombre d'expériences sur les racines tuberculeuses des Renoncules, sur les jeunes plantules des Céréales, sur des Mousses, des Lichens, des Algues vertes.

Ces organismes, dont il avait déterminé la teneur en eau et dont il avait arrêté la déshydratation à certains stades, ont été plongés pendant dix-huit jours au contact direct de l'azote liquide à la température constante de — 190°. N'ont résisté que ceux dont la teneur en eau ne dépassait pas 9,5 p. 100 du poids sec et dont les cellules avaient eu auparavant la faculté d'atteindre, sans être plasmolysées, ce degré de déshydratation.

Les organismes qui ont la propriété de se déshydrater suffisamment pendant l'été et l'automne, de concentrer leur suc cellulaire, d'augmenter ainsi leur résistance à la plasmolyse pour passer graduellement à l'état de vie ralentie anaérobie, puis à l'état d'anhydrobiose, sont donc non seulement capables de résister aux froids les plus rigoureux, mais encore de subir les actions des basses températures. Ainsi se trouve expliquée leur persistance pendant l'hiver sur le sol gelé, au sommet des montagnes, au bord des glaciers ou

dans les contrées polaires, comme autour de Werchojansk, en Sibérie, où la température oscille pendant près de six mois entre — 30° et — 61° C. Telles sont les conclusions qui ressortent des notes publiées à l'Académie des Sciences : L'anhydrobiose des tubercules des Renoncules dans l'azote liquide (t. CXCIV, p. 1975, 1932); La reviviscence des plantules desséchées soumises aux actions du vide et des très basses températures (t. CXCIV, p. 2159, 1932) ; Influence des basses températures de l'azote sur les Algues, les Lichens et les Mousses ; Rapport du VIe Congrès international du froid, p. 456, Buenos-Ayres, août 1932.



Enfin l'auteur, dont les expériences démontraient la conservation des germes dans le vide aux basses températures, a été amené à contrôler expérimentalement la théorie d'ARRHÉNIUS de l'ensemencement des mondes par la lumière, la radiopanspermie interastrale.

C'est ainsi qu'il a imaginé une série d'expériences où les conditions physiques qu'on suppose devoir exister dans les espaces célestes, déshydratation, vide le plus poussé, basses températures, radiations ultra-violettes, furent réunies. A leurs influences combinées furent soumis les germes microscopiques les plus résistants, les spores du Pénicille, de l'Aspergille, du Mégatère, du Charbon. Au bout de cinq ou six heures, selon les espèces, tous ces organismes en vie suspendue succombèrent. La lumière des étoiles étant riche en radiations ultra-violettes abiotiques, l'ensemencement des mondes sous leur action devient impossible. La théorie d'ARRHÉNIUS avait donc perdu sa base expérimentale. Les résultats de ces expériences ont été présentés à l'Académie des Sciences, le 4 juin 1910 et dans une conférence à la Société astronomique de France le 7 mars 1924 : « La vie terrestre provient-elle d'un autre monde ? ».

Source : MNHN, Paris

Chaire de Chimie appliquée aux corps organiques

Professeur : Monsieur R. FOSSE



GAY LUSSAC

Sur quelques principes découverts chez les végétaux grâce à de nouvelles méthodes d'analyse

L'URÉE, L'ACIDE ALLANTOIQUE, L'ALLANTOINE LÉVOGYRE ET DEXTROGYRE, L'ACIDE URIQUE

Par M. RICHARD FOSSE
Professeur au Muséum, Membre de l'Institut.

L'exposé résumé de ces acquisitions comprend :

Première partie. — Analyse immédiate et quantitative de l'urée.

Deuxième partie. — L'urée chez les végétaux supérieurs.

Troisième partie. — L'acide allantoïque et l'allantoïnase dans le règne végétal.

Quatrième partie. — Nature racémique de l'allantoïne prétendue indédoublable. Découverte de ses composants actifs : le lévogyre, par fermentation ; le dextrogyre chez les êtres vivants.

Cinquième partie. — Analyse quantitative spectrophotométrique de très petites quantités d'acide allantoïque et d'allantoïne à de très grandes dilutions.

Sixième partie. — L'acide urique chez les végétaux supérieurs.

Septième partie. — Conclusions : L'acide urique est la source d'où dérivent : l'allantoïne racémique, ses deux composants actifs, l'acide allantoïque ainsi qu'une partie de l'urée et de l'ammoniaque formées par les plantes.

PREMIÈRE PARTIE

ANALYSE IMMÉDIATE ET QUANTITATIVE DE L'URÉE

DÉCOUVERTE DE L'URÉE. — Déjà signalée, en 1709, comme « substance azotée particulière de l'urine », entrevue par SCHEELE, l'urée fut isolée, en 1773, au Jardin du Roi, par ROUELLE le jeune (1) et nommée « Extrait savonneux de l'urine ».

En 1798, au Muséum, FOURCROY et VAUQUELIN (2) transformèrent le corps de ROUELLE en nitrate cristallisé, le nommèrent « urée », mais ne purent l'obtenir pur et déterminer sa formule.

Ce n'est qu'en 1819, cent dix ans après avoir été aperçue dans l'urine et quarante-six ans après en avoir été retirée, que l'urée, obtenue parfaitement pure, sa formule exacte fut enfin connue grâce au chimiste anglais William PROUT (3). La célèbre Synthèse de l'urée, que réalisa, en 1828, WŒHLER (4) en isomérisant par la chaleur le cyanate d'ammonium, *formé à partir des éléments* :

$$\underset{\text{Cyanate d'ammonium.}}{CONH.NH^3} \longrightarrow \underset{\text{Urée.}}{CO\left\langle\begin{matrix}NH^2\\NH^2\end{matrix}\right.},$$

vint apporter une éclatante confirmation à la formule révélée par W. PROUT.

Les méthodes d'analyse immédiate de l'urée, connues avant nos recherches, utilisent la formation du nitrate de FOURCROY et VAUQUELIN (2), de la combinaison mercurique de LIEBIG (5) ou de l'oxalate de BERZÉLIUS. Toutes mettent en œuvre un grand nombre d'opérations et de cristallisations, entraînant la perte d'importantes quantités d'urée.

TECHNIQUE DE PROUT. — Évaporer avec précaution l'urine fraîchement émise ; transformer le produit sirupeux en cristaux de nitrate d'urée par addition ménagée d'acide nitrique pur et concentré ; essorer et laver les cristaux avec un peu d'eau froide ; les traiter par une solution concentrée de carbonate alcalin jusqu'à neutralisation complète ; triturer avec du noir animal et laisser en contact plusieurs heures ; reprendre par l'eau, filtrer et évaporer lentement à siccité ; dissoudre dans l'alcool concentré et bouillant ; concentrer :

(1) ROUELLE le jeune, *Journal de médecine*, 1773, t. I, p. 118.
(2) FOURCROY et VAUQUELIN, *Ann. Muséum Hist. nat.* Cahier LXIII ; *Ann. de chimie*, t. XXXII, An VIII, p. 86.
(3) WILLIAM PROUT, *Ann. de physique et de chimie*, t. X, 1819, p. 367.
(4) WŒHLER, *Ann. d. Phys.*, Bd. XIII, 1828, p. 253.
(5) LIEBIG, *Annalen*, Bd. LXXXV, 1853, p. 289.

l'urée cristallise ; procéder à deux ou trois nouvelles cristallisations semblables dans l'alcool pour obtenir l'urée pure à l'analyse.

SCHRŒDER, SALKOWSKI (1), LIPPICHS (2) ont décrit des méthodes aussi longues et aussi peu sensibles, qu'on trouvera dans notre livre. *L'Urée,* pages 1 à 5.

CHAPITRE PREMIER

Analyse immédiate de l'urée basée sur la formation de son dérivé dixanthylé.

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH \text{———} HN.CO.NH \text{———} CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$

Au lieu de chercher à retirer péniblement une fraction plus ou moins réduite de l'urée incluse dans un mélange, à la suite d'une longue série de manipulations, nous la précipitons directement, même de solutions très diluées (1 mg. par litre), sous la forme d'une combinaison définie, cristallisée, spécifique, découverte au cours de précédents travaux de chimie pure sur « les fonctions : dinaphtopyranol, xanthydrol et sel de pyryle » (3).

Place-t-on un fragment de cristal d'urée, aussi petit que possible, dans une goutte d'acide acétique à 50 p. 100, contenant $0^{gr},25$ p. 100 de Xanthydrol, on voit bientôt un volumineux précipité apparaître.

Si à un *centième de milligramme* d'urée ($0^{mg},01$), contenu dans $0^{cc},1$ de liqueur titrée à 10 milligrammes par litre, on ajoute son volume d'acide acétique contenant $0^{gr},5$ p. 100 de xanthydrol, on constate l'apparition, après quelques minutes, de légers flocons, formés de petites aiguilles groupées, au plus fort grossissement du microscope.

Deux molécules de xanthydrol, alcool secondaire de la série hétérocyclique, se sont

CHOH … O (formule développée) ou $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CHOH\\O\end{matrix}\right\rangle C^6H^4$

unies à une molécule d'urée pour former, avec élimination de deux molécules d'eau, un dérivé de l'urée dont deux atomes d'hydrogène sont symétriquement remplacés par le radical xanthyle :

$$CO\left\langle\begin{matrix}NH - H + HO - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O\\NH - H + HO - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O\end{matrix}\right. = 2\,H^2O + CO\left\langle\begin{matrix}NH - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O\\NH - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O\end{matrix}\right.$$

(1) SALKOWSKI, *Praktikum. d. Phys. u. Path. Chemie*, 1900.
(2) LIPPICHS, *Zeitschr. f. Phys. Chem.*, Bd. XI, 1906, p. 60.
(3) R. FOSSE, L'Urée, Paris, 1927, p. 229-288 ; Action de l'urée, de la thiourée, de l'uréthane et de quelques amides sur le xanthydrol (*Comptes Rendus*, t. CXLV, 1907, p. 813) ; Sur l'identification de l'urée et sa précipitation de solutions extrêmement diluées (*Comptes Rendus*, t. CLVII, 1913, p. 948).

Identification de l'urée. — Dans une foule de circonstances, la dixanthylurée brute est sensiblement pure à l'analyse. Est-elle souillée d'impuretés, il est facile de l'en débarrasser par la pyridine, qui, après en avoir dissous environ 1 p. 100 à l'ébullition, l'abandonne en majeure partie par refroidissement à l'état de longs filaments isolés.

Microcristallisation. — La solution obtenue en chauffant quinze minutes à l'ébullition au reflux, $0^{mg},1$ de xanthylurée dans 2 centimètres cubes d'alcool, reçue dans un petit



Fig. 1.

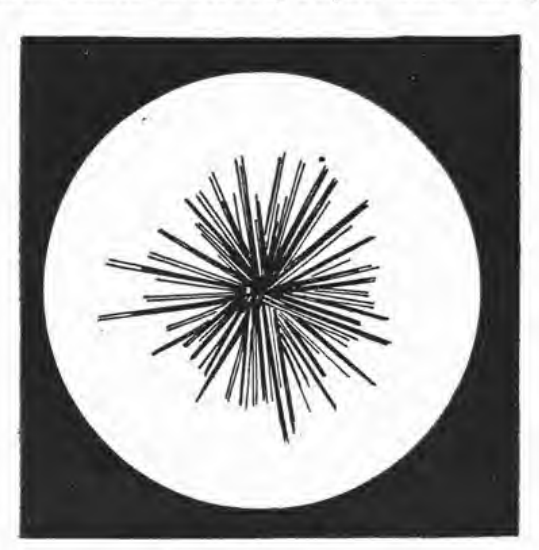


Fig. 2.

cristallisoir préalablement chauffé, abandonne, après quelque temps, des bâtonnets groupés (faible grossissement) ou de longs filaments rectangulaires issus d'un même point, ainsi qu'en témoignent les photographies 1 et 2.

CHAPITRE II

Analyse quantitative gravimétrique.

Cette méthode diffère essentiellement de celles qui sont en usage par son principe et le contrôle dont elle est susceptible.

Au lieu de détruire la carbamide pour ramener son dosage à la mesure de ses produits de décomposition, nous la transformons en son dérivé xanthylé, que nous pesons.

Tandis qu'on ne peut vérifier si l'azote ou l'ammoniaque, recueillis dans les procédés volumétriques, proviennent de l'urée ou d'une autre substance azotée, il est, au contraire, facile de contrôler par l'analyse aussi bien l'identité que la pureté du précipité.

Deux milieux de dosage ont été institués : l'un, en vue de l'urine, pour des titres en urée supérieurs à 1 gramme et inférieurs à 5 grammes ; l'autre, en vue du sang, pour des concentrations comprises entre $0^{gr},1$ et 1 gramme.

Dosage de l'urée dans des liqueurs de titre compris entre 1 et 5 grammes et dans l'urine diluée a 1/10.

Mode opératoire. — Un volume de liqueur titrée ou d'urine à 1/10 reçoit trois fois et demie son volume d'acide acétique, puis son demi-volume de solution méthylique de xanthydrol à 1/10, introduit en cinq fractions égales et à dix minutes d'intervalle.

Une heure après la dernière addition du réactif, la xanthylurée est essorée sur un disque de papier à surface rendue concave. Après lavage à l'alcool, on porte à 100° filtre et préci-

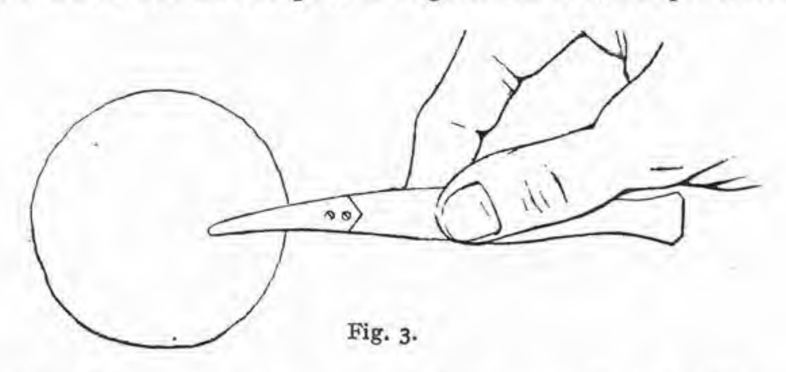


Fig. 3.

pité. Celui-ci s'en détache spontanément sous la forme d'un feuillet, transportable sans perte à la pince sur le plateau de la balance (fig. 3). Son poids, divisé par 7, représente, à moins de 2 p. 100 près, l'urée contenue dans le volume de liquide soumis au dosage.

Dosage de l'urée dans des liqueurs titrées de concentration comprise entre $0^{gr},1$ et 1 gramme par litre.

Si on soumet à l'analyse gravimétrique 2 milligrammes à $2^{mg},5$ d'urée, pris à des liqueurs ayant cette concentration, on constate que l'erreur commise, par excès ou par défaut, affecte généralement la troisième décimale du titre, plus rarement la seconde.

Mode opératoire. — A 1 volume de la liqueur titrée d'urée ajouter 2 volumes d'acide acétique cristallisable et du xanthydrol méthylique à 1/10 à un vingtième du volume total.

Dosage de l'urée dans le sang.
(En collaboration avec A. Robyn et F. François.)

Mode opératoire. — Centrifuger, après les avoir mélangés, volumes égaux de sérum et d'iodomercurate de potassium contenant 66 p. 100 de son volume d'acide acétique. Au liquide limpide exactement mesuré ajouter son volume d'acide acétique et du xanthydrol méthylique, 1/20 du volume total. Après une heure, recueillir le dépôt sur filtre concave. Si n est le nombre de centimètres cubes du mélange déféqué, ayant donné un poids p de xanthylurée, le titre en urée du sérum sera par litre :

$$\frac{p}{7} \times \frac{2}{n} \cdot 1\,000.$$

CETTE MÉTHODE EST APPLICABLE AU DOSAGE DE L'URÉE DANS LE LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN, LE LAIT ET LES TISSUS (1).

CHAPITRE III

Application à la chimie agricole.

1. ANALYSE DE LA CYANAMIDE CALCIQUE. — Son principe repose sur la transformation totale, non réalisée jusque-là, de la cyanamide en urée, par chauffage, trois heures à 50°-55°, en milieu chlorhydrique ou nitrique 2 N :

$$CN.NH^2 + H^2O = NH^2.CO.NH^2,$$

puis sur le dosage pondéral de l'urée ainsi formée (R. FOSSE, Ph. HAGENE et DUBOIS) (2).

2. ANALYSE QUANTITATIVE DE L'URÉE CONTENUE DANS LES ENGRAIS AZOTÉS. — Ce « produit physiologique des végétaux » (R. FOSSE, 1912), considéré déjà par George VILLE en 1862 comme « puissant auxiliaire pour la végétation », qualifié souvent aujourd'hui d' « Engrais azoté idéal », est spécialement préparé pour l'agriculture aux dépens soit de l'anhydride carbonique et de l'ammoniaque liquides, soit de la cyanamide calcique par l'action des acides minéraux.

Quoique notre méthode d'analyse précédente démontre que tout l'azote de la cyanamide de chaux est intégralement transformable en urée, ce résultat est bien loin d'avoir été atteint dans les nombreux produits d'hydrolyse, offerts comme engrais à l'agriculture, protégés par une multitude de brevets.

L'azote s'y présente, en effet, à l'état non seulement d'urée et de sels ammoniacaux éminemment fertilisants, mais aussi d'autres corps, considérés comme non assimilables ou toxiques même pour les végétaux.

Le dosage de l'azote total, un simple *Kjehldahl*, ne suffit plus maintenant pour déterminer la valeur d'un engrais ; il faut aussi connaître, qualitativement et quantitativement, ses divers composants azotés : urée, ammoniaque, cyanamide, dicyanodiamide, dicyanodiamidine.

L'analyse exacte d'un tel mélange de substances azotées présente des difficultés techniques considérables. Ce problème serait peut-être insoluble, si l'on ne possédait pas la méthode de dosage pondéral de l'urée à l'aide du xanthydrol, qui ne précipite et ne dose que l'urée (3).

(1) R. FOSSE, Analyse quantitative gravimétrique de l'urée (*Comptes Rendus*, t. CLVIII, 1914, p. 1076) ; L'Urée, Paris, 1927, p. 27-41). — S.-R. FOSSE, A. ROBYN et F. FRANÇOIS, Analyse quantitative gravimétrique de l'urée dans le sang (*Comptes Rendus*, t. CLIX, 1914, p. 367).

(2) R. FOSSE, PH. HAGÈNE et DUBOIS, *Comptes Rendus*, t. CLXXIX, 1924, p. 214 et 408; L'Urée, Paris, 1927, p. 42-44.

(3) A. GRAMONT, *Bull. Soc. chim. de France*, t. XXIII, 1923, p. 125. — FRÆNKEL, *Ann. chim. anal.*, 26 juin 1920.

DEUXIÈME PARTIE

L'URÉE CHEZ LES VÉGÉTAUX

1. Présence de l'urée chez les végétaux communs alimentaires. — Nous avons d'abord constaté que l'urée, dont la présence dans le monde végétal n'était connue que pour quelques Champignons [Bamberger et Landsield (1), Gaze (2), Goris et Mascré (3)], existe aussi dans nombre de plantes alimentaires : Endive, Chicorée, Melon, Potiron, Chou-fleur, Navet, Épinard, Carotte, Pomme de terre (4).

Peut-on considérer ce corps comme un produit physiologique de la cellule végétale ?

De nombreuses investigations nous ont toujours conduit à constater sa présence dans les divers milieux où vivent les végétaux : terre cultivée ou non, terreau de feuilles et de bois, prélevé dans les forêts (4).

Il n'est donc pas possible de savoir, après ces expériences, si la carbamide, incluse dans les Champignons et les végétaux précités, est créée par eux ou puisée dans le sol.

Est-elle d'origine végétale, animale ou même minérale ?

Rien ne permettait de le savoir.

La germination de la graine des végétaux supérieurs et de la spore des moisissures nous a donné la solution de ce problème.

2. L'urée est un produit physiologique de la cellule végétale. — Cette amide se forme à l'abri de toute contingence dans les plantes qui suivent, cultivées sur milieu absolument exempt d'urée :

Plantules développées sur l'eau de la ville : Blé, Gazon, Seigle, Soleil, Betterave, Fève des marais, Trèfle, Luzerne, Lentille, Haricot, Gesse, Pois, Potiron; *graine à l'état de repos :* Blé, Maïs, Pois (5) ; *plantule et plante adulte, cultivées aseptiquement sur milieu nutritif Mazé :* Maïs ; *moisissure ensemencée spontanément sur milieu Raulin :* « Aspergillus niger » ; *moisissures cultivées aseptiquement sur milieu Raulin :* « Penicillium glaucum », « Aspergillus niger » (6).

Pour établir que la formation de l'urée est bien un phénomène commun aux végétaux

(1) Bamberger et Landsield, *Monatshefte f. Chemie*, 1903, t. XXIV, p. 218 ; t. XXVI, 1905, p. 1109.
(2) Gaze, *Arch. de pharmacie*, 1905, t. CCXLIII, p. 78.
(3) Goris et Mascré, *C. R. Acad. Sc.*, 1908, t. CXLXII, p. 1488 ; *Bull. des Sciences pharmacologiques*, 1909, t. XVI, p. 82.
(4) R. Fosse, Recherches sur l'urée (*Comptes Rendus*, t. CLV, 1912, p. 851).
(5) R. Fosse, *Comptes Rendus*, t. CLVI, 1913, p. 567.
(6) R. Fosse, Formation de l'urée par deux moisissures (*Comptes Rendus*, t. CLVI, 1913, p. 263).

et aux animaux, des précautions particulières nouvelles ont été prises dans l'emploi de la technique d'analyse.

La méthode que nous avions suivie jusque-là comportait la distillation au bain-marie, sous pression réduite, du suc d'expression des plantes, broyées avec de l'acide acétique.

Le danger de scinder les protéines en urée en vertu d'une réaction que nous avons décrite (1) (hydrolyse alcaline des albuminoïdes) était rigoureusement exclu, grâce à la nature acide du liquide soumis à la chaleur. Mais, même dans ces circonstances, d'autres principes connus ou encore inconnus n'étaient-ils pas capables d'engendrer des traces de carbamide ?

Si peu vraisemblable que puisse paraître une telle hypothèse, nous avons tenu à l'écarter, en retranchant du mode opératoire des précédentes expériences le chauffage, même à la température peu élevée, nécessaire pour la distillation sous pression réduite des sucs végétaux.

Le xanthydrol nous a permis de précipiter l'urée directement à partir des sucs ou des macérations acétifiés, n'ayant pas subi l'action de la chaleur, non concentrés et refroidis (2), *appartenant aux plantes qui suivent :*

MOISISSURES.

Aspergillus niger.	*Penicillum glaucum.*

VÉGÉTAUX SUPÉRIEURS ADULTES.

Carotte.	Pomme de terre.
Endive.	Chicorée.
Haricot vert.	Petit pois.
Laitue vireuse.	Potiron.
Épinard.	Navet.
Pourpier.	

GRAINE A L'ÉTAT DE REPOS.

Maïs.

PLANTULES.

Maïs.	Trèfle.
Blé.	Luzerne.
Seigle.	Lentille.
Soleil de Russie.	Haricot.
Fève des marais.	Gesse.
Fève naine.	Gazon.
Féverole.	Potiron.

3. L'URÉE EST UN PRODUIT D'EXCRÉTION DES VÉGÉTAUX COMME DES ANIMAUX. — Le rôle et l'utilité de l'uréase dans les plantes, insoupçonnés avant nos recherches, parce que l'on ignorait la formation de l'urée par leurs cellules, consiste précisément à détruire ce corps non assimilable pour le transformer en deux aliments par excellence : l'acide carbonique et l'ammoniaque.

(1) R. FOSSE, *Comptes Rendus*, 1912, t. CLIV, p. 1819.
(2) R. FOSSE, *Comptes Rendus*, 1913, t. CLVI, p. 1938.

C'est pourquoi, comme nous l'avons constaté, le même végétal peut contenir simultanément urée et uréase et être ainsi le siège de deux phénomènes inverses de formation et de destruction de ce corps (1).

La présence si fréquente de l'uréase chez les végétaux (SHIBATA, TAKEUCHI, KIESEL, ZEMPLEN, FALK, LI-YU-YING et GRANDOVINET, KAN KATO, FOSSE) (2) démontre que l'urée intacte est aussi impropre à la nutrition des plantes qu'à celle des animaux.

C'est grâce à l'uréase que l'urée peut servir d'aliment azoté exclusif des végétaux, comme dans les belles expériences de George VILLE, professeur au Muséum (3).

Ce savant a le premier formulé la possibilité de nourrir des plantes aux dépens de l'azote exclusivement fourni par les *sels d'ammonium*, par des *amines* (méthyl, éthylamine à l'état de sel) et par une *amide*, l'urée.

G. VILLE observe un curieux phénomène. Tandis que les plantes se développent normalement sur des sols artificiels, pourvus d'azote à l'état d'*ammoniaque*, de *méthylamine*, d'*éthylamine*, ou d'*urée*, elles périssent généralement, au contraire, si elles n'ont à leur disposition d'autre matière azotée que l'*éthylurée*.

C'est peut-être à l'absence d'une diastase capable de dédoubler l'éthylurée qu'il faut attribuer les tentatives infructueuses de ce savant, pour cultiver jusqu'à leur développement complet des grains de froment, ensemencés dans un sol de sable calciné, pourvu de phosphate de chaux, de magnésie, de silicate de potasse et d'azote, exclusivement offert sous la forme d'éthylurée.

Voici quelques passages du travail de G. VILLE :

« L'urée est un puissant auxiliaire pour la végétation ; elle s'est toujours montrée plus efficace que le carbonate d'ammoniaque. Dans un sol de sable, son influence favorable se manifeste immédiatement.

« Si l'urée exerce une influence des plus actives sur la végétation, il n'en est pas de même de l'éthylurée, employée à proportion égale d'azote, qui ne produit pas le moindre effet.

« Avec l'éthylurée, la végétation est chétive, languissante et rabougrie, absolument comme si le sable n'avait pas reçu l'addition d'une matière azotée.

« Depuis deux ans, j'ai répété l'expérience un grand nombre de fois. Le résultat n'a pas varié. Lorsque le sol a reçu une addition d'éthylurée, les plantes prospèrent beaucoup moins et accusent sa présence par un symptôme particulier.

« La germination se fait comme à l'ordinaire, ni plus vite, ni plus lentement ; mais, lorsque les jeunes plantes commencent à pousser leurs premières feuilles, l'extrémité devient tout à fait blanche et se dessèche. La résorption de la matière verte s'étend au reste de la feuille et continue de se produire sur une partie des feuilles suivantes.

« Sur plus de vingt cultures que j'ai été à même d'instituer, il est arrivé deux fois où le phénomène s'est manifesté d'une manière un peu différente. Au début, les choses se sont passées comme je viens de le dire ; l'état souffreteux des cultures s'est prolongé pendant un mois à six semaines ; puis, sans que rien d'apparent pût m'expliquer ce changement, les plantes ont reverdi, et la végétation s'est ranimée. J'incline à penser que, dans ces deux cas, l'éthylurée a changé d'état et que le réveil de la végétation doit être rapporté aux produits de sa décomposition. »

Les conclusions des expériences de G. VILLE, instituées sans précautions spéciales

(1) R. FOSSE, Présence simultanée de l'urée et de l'uréase dans le même végétal (*Comptes Rendus*, 1914, t. CLVIII, p. 1374).

(2) R. FOSSE, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1916, t. XXX, p. 750.

(3) G. VILLE, L'urée et la végétation. De l'importance comparée des agents de la production végétale. L'urée ayant une influence favorable sur la végétation, pourquoi l'éthylurée se montre-t-elle inactive ? (*C. R. Acad. Sc.*, 1862, t. LV, p. 32.)

contre l'intervention des microbes, à une époque où l'on se préoccupait peu de leur influence, ont été, dans des conditions d'asepsie rigoureuse, confirmées en ce qui concerne la nutrition de la plante aux dépens de l'azote de l'*ammoniaque*, des *amines* grasses, de l'*urée* et des *amides* en général.

C'est d'abord MÜNTZ (1) qui démontre que, sur un sol privé de nitrates et d'organismes nitrifiants, la cellule végétale peut se nourrir exclusivement de l'azote du sulfate d'ammonium.

C'est MAZÉ (2) qui obtient le même résultat en cultivant le Maïs sur solutions nutritives stériles, contenant l'azote à l'état de sulfate d'ammonium.

LUTZ (3) établit enfin, toujours en milieu aseptique, que des Phanérogames, des Algues, des Champignons assimilent l'azote des *amines* grasses, sans que celui-ci ait été préalablement transformé en ammoniaque ou acide azotique. Les Champignons assimilent les *amides* qui suivent : formiamide, acétamide, propionamide, butyramide, asparagine, *urée*, succinamide et oxamide. LUTZ pense que l'assimilation des amides a lieu sans hydrolyse préalable. La présence de l'*uréase* dans les végétaux et celle de l'*amidase* d'EFFRONT dans la levure de bière sont peu favorables à cette interprétation.

(1) MÜNTZ, Sur le rôle de l'ammoniaque dans la nutrition des végétaux supérieurs (*C. R. Acad. Sc.*, 1889, t. CIX, p. 646).

(2) MAZÉ, *C. R. Acad. Sc.*, 1898, t. CXXVII, p. 1031 ; *Annales de l'Inst. Pasteur*, 1900, p. 26-45.

(3) LUTZ, *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1898. — Recherches sur la nutrition des thallophytes à l'aide des amides (*Bull. Soc. Botanique*, 1901, t. XLVIII, p. 325-334).

TROISIÈME PARTIE

L'ACIDE ALLANTOIQUE ET L'ALLANTOINASE DANS LE RÈGNE VÉGÉTAL

Tandis que la découverte de l'allantoïne chez les êtres vivants (animaux) par VAUQUELIN et BUNIVA, au Muséum, remonte à 1799, celle, en tant que principe naturel, de son produit d'hydratation, l'acide allantoïque, ne date que de ces dernières années (R. FOSSE 1927) (1).

```
                  NH
NH²              /  \                 NH²                     NH²
 |              /    \                 |                       |
CO          CO        CO              CO          COOH        CO
 |           |         |               |            |          |
NH ——————— CH ——————— CH              NH ——————— CH ——————— NH
          Allantoïne.                         Acide allantoïque.
```

C'est à l'emploi de nouvelles techniques très sensibles que nous devons d'avoir pu déceler, puis isoler, identifier par l'analyse et doser ce principe qui, glissant invisible entre les mains de nombreux chercheurs, avait produit chez d'autres l'illusion de la présence du formol dans les feuilles.

La démonstration, par l'analyse élémentaire, de l'existence réelle dans la plante de ce corps *lui-même*, l'acquisition de la certitude qu'il ne provenait pas, au cours de nos opérations, de la décomposition d'une autre substance instable, très voisine, qui lui aurait donné naissance, ont nécessité de longues et délicates recherches. La découverte, avec A. BRUNEL, d'un ferment producteur d'acide allantoïque aux dépens de l'allantoïne, très répandu chez les végétaux et certains animaux, est venue très heureusement et complètement confirmer ces résultats.

CHAPITRE PREMIER

Identification, par l'analyse quantitative élémentaire, de l'acide allantoïque chez les végétaux.

I. FORMATION DE L'URÉE ET D'UN CORPS DONNANT LA MÊME RÉACTION COLORÉE PHÉNYLHYDRAZINIQUE QUE LE FORMOL ET L'ACIDE GLYOXYLIQUE PAR SIMPLE CHAUFFAGE

(1) R. FOSSE, *Comptes Rendus*, t. CLXXXII, 1926, p. 175, 869 ; t. CLXXXIII, p. 1114.

DE SUCS VÉGÉTAUX. — Des extraits alcooliques de feuilles vertes, concentrés à la chaleur du bain-marie, ayant provoqué dans le milieu de SCHRYVER (chlorhydrate de phénylhydrazine, ferricyanure de sodium, acide chlorhydrique) la coloration que développe ce réactif avec le formol (1), on avait cru avoir, enfin, démontré avec la présence, si souvent cherchée et discutée de l'aldéhyde formique dans les plantes, l'exactitude de la célèbre hypothèse de BOUSSINGAULT et BAEYER sur l'assimilation chlorophyllienne du carbone.

L'existence du formol dans les feuilles ne saurait être ainsi établie : la réaction de SCHRYVER n'est pas spécifique de cet aldéhyde: elle appartient aussi à l'acide glyoxylique (R. FOSSE et A. HIEULLE) (2) et à d'autres corps.

Afin d'éviter d'introduire des causes possibles d'erreur dans l'étude des composants chimiques de la feuille, nous avons institué des expériences sur des sucs d'expression, simplement centrifugés, n'ayant subi l'action ni de réactifs ou de dissolvants quelconques, ni celle de la chaleur.

Les résultats suivants ont été acquis :

a. *Une substance, produisant la même réaction colorée hydrazinique que le formol et l'acide glyoxylique, apparaît par court chauffage du suc foliaire de plusieurs végétaux.*

Les produits d'expression de jeunes feuilles d'*Acer pseudoplatanus* et du légume vert de *Phaseolus vulgaris*, centrifugés et traités par le réactif de SCHRYVER, n'accusent qu'une coloration faible ou nulle.

Celle-ci se déclare, au contraire, avec intensité, si le suc a été préalablement chauffé.

b. *Le contenu cellulaire des feuilles donne simultanément naissance à l'urée sous l'influence de la chaleur.*

II. ISOLEMENT ET IDENTIFICATION DE L'ACIDE ALLANTOÏQUE ET DE L'ALLANTOÏNE DANS LE LÉGUME VERT DE *Phaseolus vulgaris*, SOUS LA FORME DE LEURS DÉRIVÉS XANTHYLÉS. — Le précipité obtenu par l'action du xanthydrol acétique sur le suc de cette plante, lavé, épuisé par l'alcool, puis par la pyridine froide, cède à ce solvant bouillant une matière, qui se dépose à l'état volumineux après filtration et refroidissement. L'analyse démontre que ce nouveau corps est un dérivé dixanthylé de l'acide allantoïque, résultant de la condensation de 1 molécule d'acide allantoïque et de 2 molécules de xanthydrol avec élimination de 2 molécules d'eau :

$$CO^2H.CH \left\langle \begin{array}{l} NH.CO.NH - H + HO - CH \left\langle \begin{array}{c} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{array} \right\rangle O \\ NH.CO.NH - H + HO - CH \left\langle \begin{array}{c} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{array} \right\rangle O \end{array} \right.$$

$$= 2H^2O + CO^2H.CH \left\langle \begin{array}{l} NH.CO.NH - CH \left\langle \begin{array}{c} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{array} \right\rangle O \\ NH.CO.NH.\ CH \left\langle \begin{array}{c} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{array} \right\rangle O \end{array} \right.$$

(1) GABRIEL BERTRAND et P. THOMAS, Manipulations de chimie biologique, 2e édition, 1913, p. 441.
(2) R. FOSSE et A. HIEULLE, *Comptes Rendus*, t. CLXXIX, 1924, p. 637.

Le résidu de l'évaporation des liqueurs alcooliques, provenant de l'épuisement du précipité xanthylé brut, donne des cristaux brillants, possédant la teneur en azote et les propriétés de l'allantoïne xanthylée, décrite avec A. HIEULLE (1) :

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - NH.CO.NH.\underset{\displaystyle CO.NH}{\overset{|}{CH.NH}}\!\!\left.\right\rangle CO + H^2O.$$

CHAPITRE II

L'acide allantoïque, ainsi identifié par l'analyse, existe-t-il réellement tout formé dans la plante ?

Ne dérive-t-il pas, en partie ou en totalité, d'un autre principe, encore inconnu chez les êtres vivants ?

Les faits qui suivent expliquent et justifient cette réserve.

a. L'acide allantoïque se forme aisément *in vitro* aux dépens d'un autre uréide, l'acide uroxanique (BEHREND et SCHULTZ) (2) :

$$\underset{\text{Acide urozanique.}}{\begin{matrix}NH^2.CO.NH\\NH^2.CO.NH\end{matrix}\!\!\left.\right\rangle C\left\langle\begin{matrix}COOH\\COOH\end{matrix}\right.} \longrightarrow CO^2 + \underset{\text{Acide allantoïque.}}{\begin{matrix}NH^2.CO.NH\\NH^2.CO.NH\end{matrix}\!\!\left.\right\rangle CH.CO.OH}$$

b. Comme l'acide allantoïque et les sucs de plusieurs végétaux, l'acide uroxanique dissous donne, sous l'influence de la chaleur, de l'urée et de l'acide glyoxylique colorant en rouge-cerise le milieu phénylhydrazine-ferricyanure-acide chlorhydrique.

c. Comme l'acide allantoïque, l'acide uroxanique est précipité par le xanthydrol acétique. Le composé xanthyl-uroxanique, ainsi formé, se transforme en acide dixanthy-allantoïque par simple cristallisation dans la pyridine.

Les expériences qui suivent établissent que l'acide allantoïque existe réellement dans le suc de Haricot vert.

DIFFÉRENCIATION DES ACIDES ALLANTOÏQUE ET UROXANIQUE XANTHYLÉS. — Comme la xanthylurée et nombre d'autres composés semblables, décrits par nous, ces deux substances se scindent au contact des acides minéraux en produisant un sel de pyryle (R. FOSSE, 1902) et l'uréide correspondant :

$$\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle HC - NH.CO.NH\right]^2 CH.COOH +$$
$$+ 2\,HCl = 2\,O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\,Cl + \begin{matrix}NH^2.CO.NH\\NH^2.CO.NH\end{matrix}\!\!\left.\right\rangle CH.COOH.$$

(1) R. FOSSE et A. HIEULLE, *Comptes Rendus*, t. CLXXVI, p. 1719 ; t. CLXXVII, 1923, p. 199.
(2) BEHREND et SCHULTZE, *Liebigs Annalen*, t. CCCLXV, 1909, p. 24.

Malgré leur très grande instabilité, en milieu aqueux à l'état libre, les acides allantoïque et uroxanique peuvent être aisément isolés, si l'on opère à basse température.

Introduit-on quelques gouttes d'acétate de plomb dans la solution de l'uréide ainsi libéré, privé d'acide minéral et du composant pyranique, on voit apparaître des cristaux brillants argentés, caractéristiques, dans le cas de l'acide uroxanique. La solution allantoïque demeure, au contraire, absolument limpide dans ces conditions.

Absence de l'acide uroxanique dans la légume vert de « Phaseolus vulgaris ». — Tandis que 2 centigrammes de précipité xanthyl-uroxanique hydrolysé permettent d'obtenir, en quantité notable, des cristaux d'uroxanate de plomb, 20 centigrammes de produit xanthylé brut, provenant du Haricot, ne donnent pas trace de ce sel caractéristique, dans les mêmes conditions.

La liqueur d'hydrolyse de la combinasion xanthylée provenant du Haricot produit avec intensité toutes les réactions de l'acide allantoïque :

Réaction colorée glyoxylique et formation d'urée par chauffage ;

Précipitation d'acide dixanthyl-allantoïque par le xanthydrol ;

Précipitation de flocons volumineux par l'acétate mercurique.

La même méthode nous a permis, avec A. Hieulle, de démontrer la présence réelle de l'acide allantoïque dans les feuilles de l'*Acer pseudoplatanus*.

CHAPITRE III

Un nouveau mode de formation biochimique de l'urée.

La formation, par des sucs végétaux, de l'urée et d'un corps, donnant la même réaction colorée hydrazinique que le formol et l'acide glyoxylique, résulte donc de l'hydrolyse de l'acide allantoïque.

$$\left.\begin{matrix} NH^2.CO.NH \\ NH^2.CO.NH \end{matrix}\right\rangle CH.COOH + H^2O = 2\,NH^2.CO.NH^2 + CH\,(OH)^2.COOH.$$

Son mécanisme diffère de celui des divers modes de production de l'urée, actuellement connus en partant des substances biochimiques :

a. *Par hydrolyse de l'arginine pure* (Kossel et Dakin, 1904) (1), sous l'influence de l'arginase ou de l'eau de baryte (Schultze et Winterstein, 1897) (2) ;

Par hydrolyse de l'arginine, incluse dans les protides : autolyse du foie [Ch. Richet (3) ;

(1) Kossel et Dakin, *Hoppe-Seylers Zeitschrift*, t. XLI, 1904, p. 321.
(2) Schultze et Winterstein, *Berichte*, t. XXX, 1897, p. 2879.
(3) Ch. Richet, *Dictionnaire de physiologie*, article Foie, t. I, 1894, p. 686.

R. Fosse et N. Rouchelmann (1)] ; action directe des alcalis sur les protides (R. Fosse (2); culture de nombreux Champignons sur milieu riche en protide (N. Iwanoff) (3) ;

b. *Aux dépens de la cyanamide :* par l'action des microbes du sol (Maze, Vila et Lemoigne) (4) ;

c. *Par isomérisation, comme dans la synthèse de Wœhler, du cyanate d'ammonium, formé par oxydation des principes carbonés naturels et des corps qui en dérivent ou qui les produisent : protides, acides aminés, glucides, glycérine et formaldéhyde, en milieu ammoniacal* (R. Fosse) (5).

CHAPITRE IV

Dosage de l'acide allantoïque à l'état de xanthyl-urée.

(En collaboration avec Mlle V. Bossuyt) (6).

1. Pour poursuivre l'étude biochimique de cet uréide, une méthode d'analyse quantitative a dû être instituée.

Même à de fortes dilutions, l'acide allantoïque est précipitable de ses solutions par le xanthydrol, sous la forme de son dérivé dixanthylé.

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - NH.CO.NH.\underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{C}H}.NH.CO.NH - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O.$$

De nombreuses expériences nous ayant révélé que le corps brut, ainsi formé, renfermait 1 à 2 p. 100 d'azote de moins que l'acide xanthyl-allantoïque pur, recristallisé, nous n'avons pas cru pouvoir baser ce dosage sur la pesée d'une combinaison impure, non identifiable par le plus sûr des critériums, l'analyse quantitative élémentaire.

2. En attendant que soient trouvées, comme pour l'urée, les conditions permettant, à la fois, de mesurer et d'identifier cet uréide, nous avons ramené son dosage à un dosage pondéral d'urée.

La méthode repose sur la formation de 2 molécules d'urée par hydrolyse de 1 molécule d'acide allantoïque :

$$\left.\begin{matrix}NH^2.CO.NH\\NH^2.CO.NH\end{matrix}\right\rangle CH.CO^2H + 2\,H^2O = 2\,NH^2.CO.NH^2 + CH\,(OH^2.)CO^2H.$$

(1) R. Fosse et N. Rouchelmann, *Comptes Rendus*, t. CLXXII, 1921, p. 771.
(2) R. Fosse, *Comptes Rendus*, t. CLIV, 1912, p. 1819.
(3) N. Iwanoff, *Biochemische Zeitschrift*, t. CLXII, 1925, p. 425-440.
(4) Maze, Vila et Lemoigne, *Comptes Rendus*, t. CLXIX, 1919, p. 921.
(5) R. Fosse, *Comptes Rendus*, t. CLXVIII, 1922, p. 320, 908, 1164 ; t. CLXIX, 1919, p. 91 ; t. CLXXI, 1920, p. 7211, 635 ; *Annales Institut Pasteur*, t. XXXIV, 1920, p. 715-762 ; *Bull. Soc. chim. France*, t. XXIX, 1920, p. 158-203 ; *Comptes Rendus*, t. CLXXII, 1921, p. 160.
(6) R. Fosse et V. Bossuyt, *Comptes Rendus*, t. CLXXXV, 1927, p. 308.

Hydrolyse de l'acide allantoïque. — On maintient trente minutes, à 60°, une solution d'allantoate de potassium pur, additionné d'acide minéral dilué, chlorhydrique ou sulfurique, en quantité telle que le titre acidimétrique soit compris entre $\frac{N}{50}$ et $\frac{N}{10}$

Dosages. — La liqueur d'hydrolyse, légèrement alcalinisée par la potasse, reçoit deux fois son volume d'acide acétique et du xanthydrol méthylique à 1/10, à raison de 1/20 du volume total. Le poids de xanthylurée, recueillie après deux heures, au moins, divisé par 7, donne, à — 0,3 p. 100 près, l'urée d'hydrolyse. En multipliant cette quantité par le rapport d'une molécule-gramme d'acide allantoïque à deux molécules-gramme d'urée on obtient, à — 1 p. 100 près, environ, l'acide allantoïque contenu dans le volume soumis au dosage.

En appliquant cette méthode aux feuilles d'*Acer pseudoplatanus*, nous avons trouvé que ce végétal contenait $2^{gr},7$ d'acide allantoïque par kilogramme de feuilles sèches.

Dosage spectrophotométrique de l'acide allantoïque. — Cette méthode, qui sera décrite plus loin, instituée avec A. Brunel et P.-E. Thomas, est basée sur la détermination de la densité d'absorption de la réaction colorée phénylhydrazinique de l'acide glyoxylique, provenant de l'hydrolyse de l'acide allantoïque.

CHAPITRE V

Présence de l'acide allantoïque chez les Champignons. (Avec A. Brunel) (1).

L'acide allantoïque existe non seulement chez les Phanérogames (2), mais aussi chez les Champignons, où il n'avait pas encore été signalé. Le suc d'expression de nombreux Basidiomycètes développe, après défécation et chauffage, la réaction colorée phénylhydrazinique de l'acide glyoxylique résultant de l'hydrolyse de l'acide allantoïque.

Après avoir identifié par l'analyse élémentaire, sous la forme de son dérivé dixanthylé, l'acide allantoïque dans *Coprinus micaceus* et *Collybia dryophila*, cet uréide a été dosé par la méthode sepctrophotométrique (3) dans les Champignons qui suivent, déterminés par M. Roger Heim.

(1) R. Fosse et A. Brunel, *Comptes Rendus*, t. CXCVII, 1933, p. 288.
(2) *Comptes Rendus*, t. CLXXXII, 1926, p. 175 et 869; t. CLXXXIII, 1926, p. 175 ; t. CLXXXIV, 1927, p. 1596; t. CLXXXV, 1927, p. 308 ; t. CLXXXVIII, 1929, p. 426, 1067, 1418, 1632 ; t. CLXXXIX, 1929, p. 716 ; t. CXCI, 1930, p. 1153, 1388 ; t. CXCII, 1931, p. 442, 1615 ; t. CXCIII, 1931, p. 7 ; t. CXCVI, 1933, p. 883 et 1264.
(3) R. Fosse, A. Brunel et P.-E. Thomas, *Comptes Rendus*.

Noms.	Partie du végétal.	Acide allantoïque en grammes pour 1 000 gr. de plante sèche.
Amanita rubescens (Pers.)	(Total)	0,4
Leucocoprinus cæpestipes (Fr. ex Sow.) Pat.	—	6,09
Pluteus patricius (Schul.)	—	0,60
Pluteus cervinus (Schœf.)	—	1,22
Agaricus campester (Fr.)	(Chapeau)	0,14
	(Stipe)	0,24
Agaricus exquisitus (Vitt. sensu Pat.)	(Chapeau)	0,13
Coprinus micaceus (Bull.)	(Total)	4,69
Coprinus lagopus (Fr.)	—	4,79
Coprinus stercorarius (Fr.)	—	0,55
Hypholoma appendiculatum (Bull.)	—	1,25
Panæolus papilionaceus (Bull.)	—	1,09
Nematoloma fasciculare (Kst.)	—	1,17
Pholiota cylindracea (Fr. ex D. C.)	—	2,81
Pholiota præcox (Fr. ex Pers.)	—	1,01
Hebeloma radicosum (Bull.) Rick	—	0,70
Rhodophyllus solsticialis (Fr.) Q	—	6,72
Entoloma lividum (Bull.)	(Lamelles)	1,80
Clitopilus orcella (Fr.)	(Total)	0,23
Collybia maculata (Alb. et Schw.)	—	1,28
Collybia distorta (Fr.)	—	0,90
Collybia grammocephala (Bull.)	—	0,40
Collybia dryophila (Bull.)	(Chapeau)	4,06
	(Stipe)	0,82

L'acide allantoïque varie donc, dans ces expériences, depuis 0^gr^,14 jusqu'à 6^gr^,72 par kilogramme de plante sèche. Des variations aussi étendues peuvent être également constatées chez le même individu pris à des âges différents :

État du développement.	Acide allantoïque en grammes pour 1 000 gr. de plante sèche.
Coprinus micaceus.	
1. Non sporulé	0,75
2. Sporulé	2,96
3. Mûr. Lamelles déliquescentes	4,69
Leucocoprinus cæpestipes.	
1. Très jeune	1,66
2. Non épanoui	2,50
3. Épanoui	2,63
4. Flétri	7,08

CHAPITRE VI

Formation et accumulation de l'acide allantoïque pendant la germination.

Par R. FOSSE, P. DE GRAEVE et P.-E. THOMAS.
(*Comptes Rendus*, t. CXCVI, p. 883.)

Dans son intéressant travail, R. BONNET (1) trouve de petites quantités d'azote allantoïque dans le Lupin et la Lentille, avant et après germination (1).

1. Après avoir identifié l'acide allantoïque par l'analyse quantitative élémentaire de son dérivé dixanthylé, obtenu en partant de la plantule du Trèfle violet, germé aseptiquement, à l'obscurité, six jours à 31°, nous avons constaté l'accumulation de ce principe durant la germination de *Melilotus officinalis* et de *Trifolium sativum.*

2. *Accumulation de l'acide allantoïque pendant la germination.* — Des graines de *Melilotus officinalis* et de *Trifolium sativum* sont mises en germination, à la *température ordinaire,* à la *lumière,* sur des assiettes poreuses, maintenues constamment humectées d'eau de source.

L'acide allantoïque initial, voisin de $0^{gr},1$ par kilogramme de plante sèche, avant germination, s'élève, après germination, à $6^{gr},85$ chez le Mélilot (35 jours) ; $12^{gr},9$ chez le Trèfle violet (20 jours) :

Durée de la germination en jours.	Poids d'acide allantoïque en grammes par kilogramme de plante sèche.	Rapport acide allantoïque de plantule à acide allantoïque initial.
Melilotus officinalis.		
0	0,097	1
8	1,68	17,3
10	2,14	22
15	2,69	27,7
23	4,10	42,4
35	6,85	70
Trifolium sativum (Trèfle violet).		
0	0,100	1
3	1,225	12,2
5	4,46	44,6
7	6,6	66
10	8,03	80,3
20	12,9	129

Comme l'asparagine ou la glutamine chez les végétaux supérieurs, comme l'urée chez les Champignons (N. N. IWANOFF), l'acide allantoïque peut s'accumuler dans la plantule en quantités notables.

(1) R. BONNET, *Bull. Soc. Chimie biol.*, XI, 1925, p. 1929-1961.

Si l'on place en germination aseptique, à l'*obscurité*, à 31°, des graines de *Trifolium sativum* (variété Trèfle violet), l'acide allantoïque croît avec rapidité et atteint 17gr,4 par kilogramme de plante sèche après douze jours. Le rapport de l'azote allantoïque à 100 parties d'azote total s'élève à 8,8.

La même graine, mise en germination à la lumière, sur l'eau, à la température ordi-

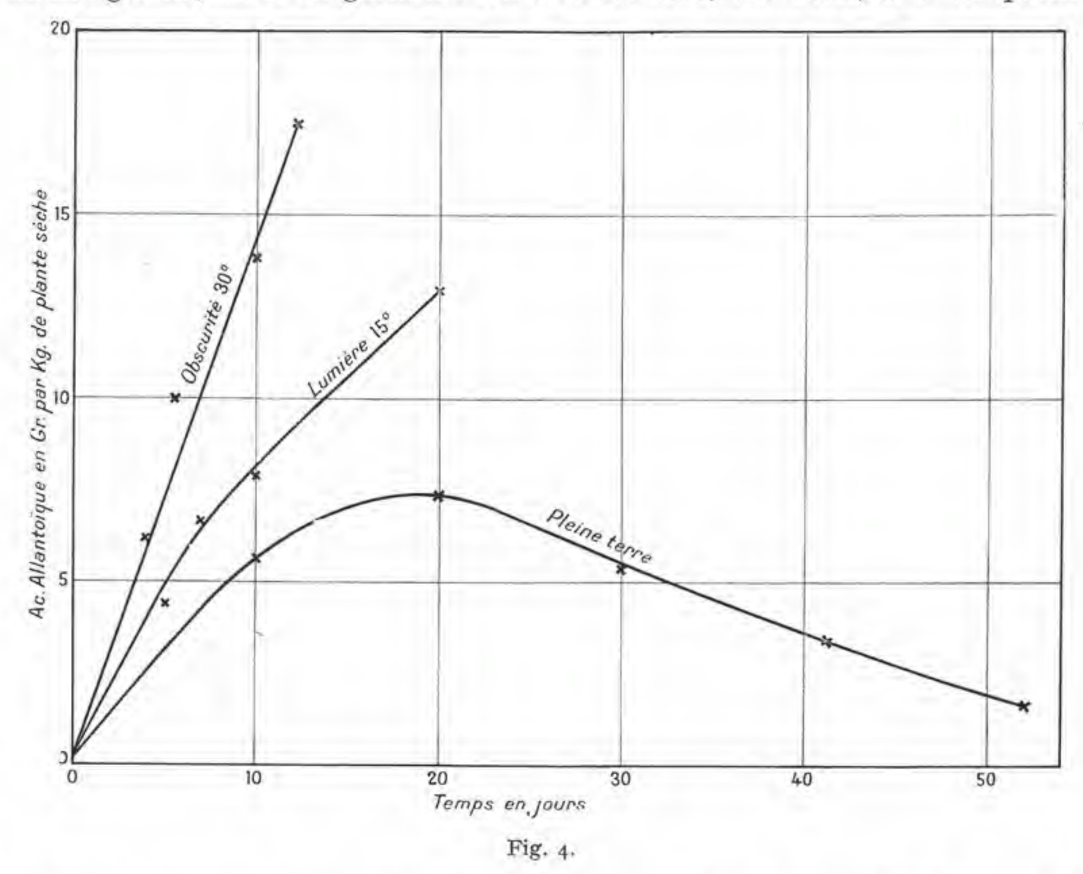


Fig. 4.

naire, produit encore 12gr,9 d'acide allantoïque par kilogramme de plante sèche, après vingt jours.

Enfin, dans des cultures de Trèfle violet, dans la terre, que nous devons à M. Guillaumin, professeur au Muséum, la teneur en acide allantoïque s'élève à 7gr,25 après vingt jours et le rapport de l'azote allantoïque à 100 parties d'azote total égale 2,83. Puis l'acide allantoïque va en décroissant très lentement, ainsi que le montrent les graphiques.

CHAPITRE VII

Un nouveau ferment, l'allantoïnase.

(En collaboration avec A. Brunel) (1).

De nombreux végétaux et animaux renferment ce ferment, producteur d'acide allantoïque par simple fixation d'eau sur l'allantoïne.

(1) R. Fosse et A. Brunel, *Comptes Rendus*, t. CLXXXVIII, 1929, p. 426, 1067.

$$\begin{array}{ccccc} & & NH & & \\ NH^2 & & & & \\ | & & & & \\ CO & CO & & CO & \\ | & | & & | & \\ NH & — CH & — & NH & \end{array} \xrightarrow{+ H^2O} \begin{array}{ccc} NH^2 & & NH^2 \\ | & & | \\ CO & CO\,OH & CO \\ | & | & | \\ NH — & CH & — NH \end{array}$$

Allantoïne. Acide allantoïque.

Distribution de l'allantoïnase.

Végétaux.

Semences de Légumineuses :

Acacia longifolia.
Anthylis Hermaniæ.
Astragallus glycyphylloïdes.
Cercis siliquastrum.
Cicer arietinum.
Colutea arborescens.
Lathyrus niger.
Lathyrus odoratus.
Lathyrus pratensis.
Lotus tetragonolobus.
Lupinus albus.
Medicago minima.
Melilotus alba.
Melilotus officinalis.
Mimosa pudica.
Ononis fructicosa.
Phaseolus lunatus.
Phaseolus multiflorus.
Phaseolus Mungo.
Coronilla varia.
Cytisus Alschingeri.
Ervum lens.
Genista tinctoria.
Glycina soja.
Lathyrus latifolius.
Phaseolus vulgaris.
Pisum sativum.
Pisum elatius.
Scorpiurus sulcata.
Soja hispida.
Trifolium montanum.
Trifolium procumbens.
Trigonella polycerata.
Vicia hirsuta.
Vicia lutea.
Vicia pisiformis.
Vicia sylvatica.

(En collaboration avec A. Brunel et P. de Graeve) (1).

Organes des Légumineuses : radicelle, racine, tige, feuille, fleur totale, légume frais total, gousse et graine séparées de *Phaseolus vulgaris*; racine, tige et feuille de *Soja hispida* récolté sans fleurs.

Semences appartenant à d'autres familles que les Légumineuses :

Ombellifères : *Fæniculum dulce, Daucus carotta.*
Solanacées : *Nicotiana tabacum.*
Composées : *Tanacetum vulgare.*
Chénopodiacées : *Beta vulgaris, Spinacia oleracea, Atriplex hortensis.*
Urticacées : *Humulus lupulus, Cannabis sativa, Urtica dioïca.*
Malvacées : *Althæa rosea.*
Rutacées : *Ruta graveolens.*
Rosacées : *Prunus laurocerasus, Prunus domestica, Persica vulgaris, Potentilla recta, Fragaria indica.*
Cucurbitacées : *Cucumis sativus, Cucurbita maxima.*
Muscinés, *Polytrichum formosum.*
Champignons : *Psalliota campestris, Aspergillus niger* (spores et mycélium), *Claviceps purpurea.*

(1) R. Fosse, A. Brunel et P. de Graeve, *Comptes Rendus*, t. CLXXXIX, 1929, p. 716.

ANIMAUX

(En collaboration avec A. Brunel) et P. De Graeve.

Échinodermes : *Echinaster sentus* (Étoile de mer), *Echinus miliarus* (Oursin), *Ophiura texturata* (Ophiure).

Crustacés : *Maia squinado* (Araignée de mer), *Carcinus mænas* (Crabe), *Homarus vulgaris* (Homard), *Astacus fluviatilis* (Écrevisse), *Crangon vulgaris* (Crevette).

Poissons : *Anguilla vulgaris* (Anguille), *Esox lucius* (Brochet), *Cyprinus carpio* (Carpe), *Squalius cephalus*

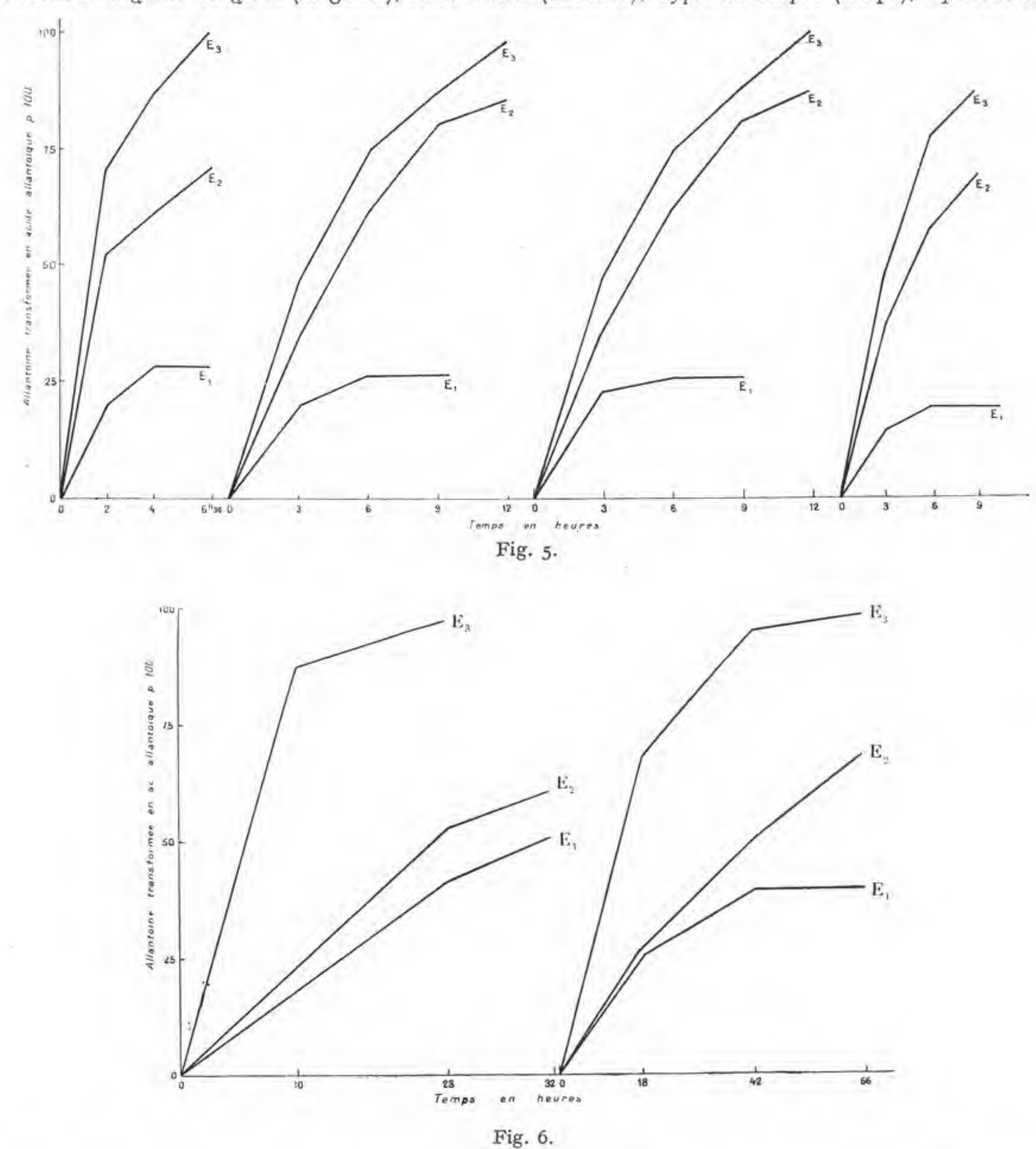


Fig. 5.

Fig. 6.

(Chevaine), *Conger vulgaris* (Congre), *Clupea harengus* (Hareng), *Pleuronectes limanda* (Limande), *Pleuronectes platessa* (Plie), *Gadus merlangus* (Merlan), *Raja clavata* (Raie), *Scyllium canicula* (Roussette), *Salmo salar* (Saumon).

Batraciens : *Rana viridis*, *Rana temporaria* (Grenouille).

Tandis que la transformation de l'allantoïne en acide allantoïque, par l'action du Soja, de divers *Phaseolus* et de l'extrait glycériné de Grenouille ou de Hareng tend à devenir totale en présence de carbonate d'ammonium (E_3) ou de calcium (E_2), en l'absence de ces sels (E_1), elle est au contraire très limitée, ainsi que le montrent les graphiques ci-contre.

L'allantoïnase a été, en outre, caractérisée par A. BRUNEL (*Comptes Rendus*, t. CXCII, 1931, p. 442) dans une foule de Champignons.

QUATRIÈME PARTIE

[NATURE RACÉMIQUE DE L'ALLANTOINE PRÉTENDUE INDÉDOUBLABLE DÉCOUVERTE DE SES COMPOSANTS ACTIFS : LE LÉVOGYRE, PAR FERMENTATION ; LE DEXTROGYRE, CHEZ LES ÊTRES VIVANTS

(En collaboration avec P.-E. THOMAS et P. DE GRAEVE) (1).

Les belles et nombreuses synthèses de l'allantoïne, réalisées par GRIMAUX (2). SIEMONSEN (3), L.-J. SIMON et G. CHAVANNE (4), H. BILTZ et E. GIESSLER (5), conduisent toutes à l'existence dans sa molécule d'un atome de carbone asymétrique.

$$\text{(A)}\quad H^2N.CO.NH - \overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle CO}{C}} - NH.CO.NH.$$

D'après les célèbres travaux de PASTEUR, LE BEL et VAN'T HOFF, l'allantoïne doit : ou dévier la lumière polarisée, ou donner, sous l'influence d'agents biologiques, un corps doué du pouvoir rotatoire.

Or l'allantoïne, naturelle ou synthétique, n'était connue avant nos recherches que sous une seule forme optiquement inactive, prétendue indédoublable. Sous l'action de bactéries provenant de l'urine fermentée, L. B. MENDEL et H. D. DAKIN (6) virent cet uréide se détruire partiellement en formant de l'ammoniaque sans produire de corps doué du pouvoir rotatoire.

J. JACOBSON pense qu'il devient, dès lors, très invraisemblable de considérer la formule asymétrique de GRIMAUX (A) comme le seul symbole possible de la structure de l'allantoïne : « Durch Diesen Befund wird die Formel (de Grimaux), sals alleiniges Symbol der Allantoin-Struktur recht unwahrscheinlich (7). »

Deux autres formules sans carbone asymétrique ont été proposées : l'une monocyclique (B), l'autre bicyclique (C) (8).

(1) R. FOSSE, P.-E. THOMAS et DE GRAEVE, *Comptes Rendus*, t. CXCVIII, 1934, p. 689, 1374 et 1954.
(2) E. GRIMAUX, *Bull. Soc. chim.*, t. XXVI, 1876, p. 845 ; *Ann. chim.*, 5e série, t. II, 1877, p. 389.
(3) SIEMONSEN, *Liebig's Annalen*, Bd. CCCXXXIII, 1904, p. 108, 133, 137.
(4) L.-J. SIMON et G. CHAVANNE, *Comptes Rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 52.
(5) H. BILTZ et E. GIESSLER, *Berichte Deutsch. chem. Ges.*, Bd. XLVI, 1913, p. 3413.
(6) L. B. MENDEL et H. D. DAKIN, *Journ. Biol. chem.*, t. VII, 1909-1910, p. 153, 156.
(7) V. MEYER et J. JACOBSON, Lehrbuch der organische Chemie, Berlin, 1923, vol. II, 3e partie, p. 461-462.
(8) TITHERLEY, *Journ. chem. Soc.*, t. CIII, 1913, p. 1336.

```
      NH — C — NH              NH — CH — NH
      |    ‖    |              |     |    |
      CO   ‖    CO             CO    |    CO
(B)   |    ‖    |        (C)   |     |    |
      NH²  C — NH              NH — C  — NH
           |                         |
           OH                        OH
```

Cependant la formule (A) n'avait pas été complètement abandonnée, puisqu'on admettait encore que l'allantoïne en solution existe sous deux formes tautomères en équilibre, (A) d'une part, (B) ou (C) d'autre part.

```
                                 NH —— C —— NH
                                 |     ‖     |
                          ⇀      CO    ‖     CO     (B)
            H           ⇀        |     ‖     |
            |         ⇀          NH²   C ——— NH
    NH ——— C ——— NH ↽                  |
(A) |      |      |                    OH
    CO     |      CO  ⇀          NH —— CH —— NH
    |      |      |     ⇀        |     |     |
    NH²    CO — NH   ↽           CO    |     CO     (C)
                                 |     |     |
                                 NH —— C ——— NH
                                       |
                                       OH
```

Nos expériences révèlent et démontrent que l'allantoïne active sur la lumière polarisée, lévogyre, se forme au cours de la fermentation de l'allantoïne sous l'influence de l'allantoïnase et que l'allantoïne dextrogyre existe dans la feuille de *Platanus orientalis*, ainsi que dans l'urine de Veau.

L'allantoïne est donc un composé racémique, et la formule donnée par Grimaux est exacte.

CHAPITRE PREMIER

Nature racémique de l'allantoïne prétendue indédoublable.

Transformation de l'allantoïne prétendue indédoublable en allantoïne douée du pouvoir rotatoire, lévogyre. — Dissoudre à chaud l'allantoïne (10 gr.) dans l'eau (1 000 cc.) ; refroidir à 40° ; ajouter du sesquicarbonate d'ammonium (2 gr.), du *Soja hispida* broyé (10 gr.), du chloroforme ; maintenir le mélange dans un bain d'eau à 40°, durant sept heures.

Préparation de l'allantoïne lévogyre *l* pure. — Déféquer par l'acétate de plomb ; précipiter par H^2S ; évaporer le filtrat dans le vide à siccité ; épuiser les cristaux broyés par de l'eau à 40° ; filtrer pour séparer l'allantoïne inactive ; précipiter la solution par l'acétate de mercure-sodium de Wiechowski ; décomposer le précipité par H2S ; évaporer le filtrat à sec dans le vide ; épuiser les cristaux pulvérisés par de l'eau à 40° et aban-

donner à cristallisation à la température ordinaire. Après plusieurs cristallisations semblables, on obtient l'allantoïne *l* pure, en longues aiguilles de plusieurs centimètres de long, groupées en houppes, solubles dans, environ 30 fois, leur poids d'eau à + 15°, de pouvoir rotatoire spécifique égal à — 92°.

L'allantoïnase n'existant pas seulement chez les végétaux, mais aussi chez certains animaux (Batraciens, Poissons, Crustacés, Échinodermes), nous avons été conduits à

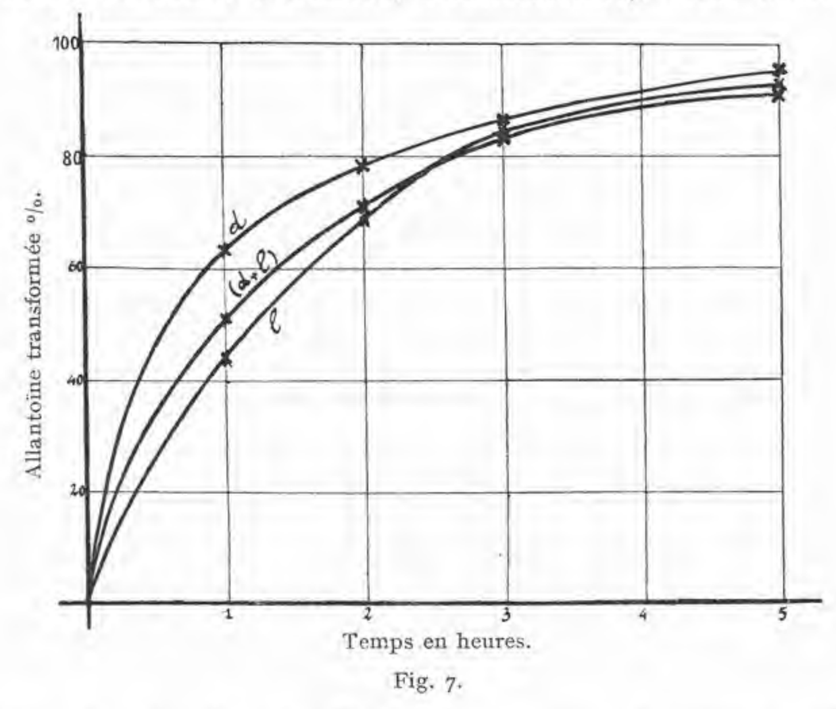


Fig. 7.

chercher si ce ferment, pris chez les Poissons, se comporte comme celui des végétaux.

L'expérience démontre que l'allantoïne *l* se forme et peut être isolée dans l'action de l'allantoïnase du foie de Raie sur l'allantoïne $(d + l)$ (1).

Racémisation de l'allantoïne *l*. — Elle se produit très facilement en milieu alcalin, à la température ordinaire et aussi en milieu neutre à 100°. La présence d'un peu d'acide acétique ralentit la vitesse de racémisation à 100°.

CHAPITRE II

Allantoïne dextrogyre.

Avec P.-E. Thomas et P. de Graeve, cet uréide a été découvert dans les feuilles de Platane. Nous l'en avons retiré par une méthode semblable à celle qui nous a permis de l'isoler du produit de fermentation de l'allantoïne.

Ce corps, dont le pouvoir rotatoire spécifique est égal à + 92°, mêlé à son isomère en solution concentrée, produit un précipité d'allantoïne $(d + l)$.

(1) R. Fosse, P.-E. Thomas et P. de Graeve, *Comptes Rendus*, t. CXCVIII, 1934, p. 1374.

Les trois formes d'allantoïde *d*, *l* (*d* + *l*) se présentent, d'après les renseignements qu'a bien voulu nous donner M. P. Gaubert, soit en longues aiguilles groupées, soit en prismes courts isolés, suivant les circonstances de la cristallisation. Tous ces cristaux appartiennent au système monoclinique (1).

P.-E. Thomas et P. de Graeve (2) ont découvert l'allantoïne *d* chez les animaux. Ils l'ont très aisément retirée de l'urine de Veau.

CHAPITRE III

Mécanisme de la fermentation de l'allantoïne.

(Par P.-E. Thomas et P. de Graeve.)

Pour expliquer la formation d'allantoïne lévogyre au cours de la fermentation de l'allantoïne (*d* + *l*), P.-E. Thomas et P. de Graeve (3) admettent que l'isomère *d* se détruit plus vite que l'isomère *l*. Cette hypothèse se vérifie aisément, si on dose comparativement après des temps variables l'acide allantoïque formé par les trois formes d'allantoïne, soumises à l'action de l'allantoïnase. L'allantoïne dextrogyre se détruit plus vite que l'allantoïne racémique, et celle-ci plus vite que la lévogyre. Après un certain temps, les vitesses de transformation tendent vers une même valeur, par suite de la racémisation des composés actifs due à l'alcalinité du milieu (Voir fig. 7).

(1) R. Fosse, P.-E. Thomas et P. de Graeve, *Comptes Rendus*, t. CXCVIII, 1934, p. 1953.
(2) P. Gaubert (*Comptes rendus*, t. CXCIX, 1934 p 213).
(3) P.-E. Thomas et de Graeve, *Comptes Rendus*, t. CXCVIII, p. 1615.

CINQUIÈME PARTIE

ANALYSE QUANTITATIVE SPECTROPHOTOMÉTRIQUE DE TRÈS PETITES QUANTITÉS D'ACIDE ALLANTOIQUE ET D'ALLANTOINE A DE TRÈS GRANDES DILUTIONS

Le dosage de l'allantoïne peut se ramener au dosage de l'urée incluse dans sa molécule libérée par l'action successive des alcalis et des acides. L'acide allantoïque, formé d'abord, se scinde, ensuite, en ses composants, acide glyoxylique et urée (R. Fosse et V. Bossuyt). En titrant ainsi des solutions d'allantoïne pure, on trouve des chiffres fort approchés (1).

CHAPITRE PREMIER

Analyse quantitative basée sur sa transformation en acide allantoïque par l'action de l'allantoïnase du Soja (2).

(En collaboration avec A. BRUNEL et P. DE GRAEVE).

La méthode précitée ne peut être appliquée, sans modifications préalables, aux milieux biologiques contenant : urée, uréides, guanéides, protides. Il faut, dans ces circonstances, tenir compte de l'urée préformée, détruite ou engendrée par l'action des alcalis et, par conséquent, trouver un procédé approprié pour la doser.

Remplace-t-on l'action des alcalis sur l'allantoïne par celle du *Soja hispida*, toutes les difficultés signalées disparaissent. Deux fermentations simultanées se déclarent : l'*allantoïnase* transforme l'allantoïne en acide allantoïque et l'*uréase* détruit l'urée libre ambiante.

Le dosage de l'allantoïne sous forme d'urée, même en présence d'urée, comprend les opérations :

(1) R. FOSSE et V. BOSSUYT, Analyse quantitative et caractérisation de l'allantoïne (*Comptes Rendus*, t. CLXXXVIII, 1929, p. 106).

(2) R. FOSSE, A. BRUNEL et P. DE GRAEVE, Analyse quantitative biochimique de l'allantoïne en présence d'urée (*Comptes Rendus*, t. CLXXXVIII, 1929, p. 1418).

Action de 1 p. 100 de Soja, à 40°, durant dix heures ou commodément pendant la durée d'une nuit ;

Hydrolyse, trente minutes à 60°, de 5 ou 10 centimètres cubes de liquide filtré, par l'acide chlorhydrique à la concentration N/20 ; défécation par l'iodomercurate et précipitation de l'urée à l'aide du xanthydrol.

En titrant ainsi de très nombreuses solutions d'allantoïne de concentrations comprises entre $0^{gr},2$ et 1 gramme, avec ou sans urée, nous obtenons la quantité théorique d'allantoïne soumise au dosage, avec une approximation toujours inférieure à $\pm$ 1 p. 100 (2).

DOSAGE DE L'ALLANTOÏNE DANS L'URINE A L'ÉTAT D'URÉE DIXANTHYLÉE, APRÈS ACTION DES DIASTASES DU SOJA EN MILIEU CYANURÉ et HYDROLYSE ACIDE. — L'uréase détruit l'urée libre ambiante, l'allantoïnase transforme l'allantoïne en acide allantoïque, et le cyanure inhibe l'uricase. L'acide chlorhydrique détruit les ferments et scinde l'acide allantoïque en acide glyoxylique et urée, que l'on précipite par le xanthydrol à l'état de dérivé xanthylé.

Cette technique convient parfaitement pour l'analyse de l'urine des Mammifères, sauf l'Homme, qui n'élimine seulement que quelques centigrammes d'allantoïne par vingt-quatre heures (1).

CHAPITRE II

Dosage spectrophotométrique de l'acide allantoïque.

(En collaboration avec A. BRUNEL et P.-E. THOMAS) (2).

La coloration rouge extrêmement sensible que développe l'acide glyoxylique en présence du réactif phénylhydrazinique se prête admirablement, dans des conditions bien déterminées, même à la dilution de un deux-millionième, au dosage spectro-photométrique de cet acide et des deux uréides : acide allantoïque et allantoïne qui lui donnent naissance, le premier, par simple hydrolyse ; le deuxième, par fermentation suivie d'hydrolyse.

Préparation des solutions étalons d'acide allantoïque. — Introduire dans une fiole jaugée de 1 litre de l'allantoate de potassium pur à l'analyse, pesé à la microbalance, correspondant à une quantité d'acide allantoïque comprise entre $0^{mg},5$ et 15 milligrammes. Ajouter de l'eau et HCl normal (10 à 20 cc.) pour que le titre acide soit compris entre N/50 et N/100.

Technique et mesure de la densité d'absorption de la réaction colorée glyoxylique. — Placer deux minutes au bain d'eau bouillante, en tubes à essais :

Solution étalon d'acide allantoïque..........................	2 cc.
Chlorhydrate de phénylhydrazine à 1 p. 100..................	II gouttes ($0^{cc},10$)

(1) R. FOSSE, A. BRUNEL et P. DE GRAEVE, *Comptes Rendus*, t. CLXXXVIII, 1929, p. 1632.
(2) R. FOSSE, A. BRUNEL et P. E. THOMAS, *Comptes Rendus*, t. CXCII, 1931, p. 1615.

puis, après refroidissement rapide par courant d'eau, ajouter :

HCl concentré	$1^{cc},2$
Ferricyanure de K à 5 p. 100	I goutte ($0^{cc},05$)

Mesurer au spectrophotomètre de JOBIN et YVON, dans une cuvette de 1 centimètre d'épaisseur, pour $\lambda = 5\,200$ Å, la densité d'absorption totale $\delta = 2$ colog. sin θ (θ angle lu à l'appareil). Effectuer la même mesure $\delta_0 = 2$ colog. sin θ_0 sur un mélange identique n'ayant pas subi l'action de la chaleur. La différence $\delta - \delta_0 = \Delta$ est la densité d'absorption de la solution colorée produite par l'acide glyoxylique. Si l'on trace la courbe des densités d'absorption Δ en fonction des concentrations en acide allantoïque, on obtient une droite.

CHAPITRE III

Dosage spectrophotométrique de l'allantoïne.

Fermentation. — Placer au bain d'eau à 40°-42° :

Solution titrée contenant au minimum $0^{mg},5$ d'allantoïne et au maximum	100 cc.
Soja hispida finement broyé (1 p. 100)	1 gr.
Cyanure de potassium ($0^{gr},75$ p. 1 000)	$0^{gr},075$
Sesquicarbonate d'ammonium (2 p. 1 000)	$0^{gr},2$
Chloroforme	X gouttes.

Après une nuit de fermentation de ce milieu, où la présence de cyanure suspend l'activité de l'uricase, centrifuger, déféquer, diluer avec HCl N/100 à un volume tel que le titre en acide allantoïque ne dépasse pas 15 milligrammes par litre.

Réaction colorée et dosage spectrophotométrique. — Opérer comme dans le cas de l'acide allantoïque. Du Δ trouvé et de la courbe précédente on déduit la teneur en acide allantoïque. Ce chiffre, multiplié par 0,897 $\left(\text{rapport des poids moléculaires } \frac{\text{Allantoïne}}{\text{Acide allantoïque}}\right)$ et par le coefficient de dilution, donne le titre en allantoïne.

DOSAGE DE L'ALLANTOÏNE EN PRÉSENCE DE L'ACIDE URIQUE. — Le milieu de fermentation doit contenir du cyanure pour inhiber l'uricase du *Soja,* ainsi que le montrent de nombreuses expériences.

APPLICATION AU DOSAGE DE L'ALLANTOÏNE DANS L'URINE HUMAINE. — Tandis que 500 centimètres cubes d'urine étaient jusqu'ici nécessaires pour une évaluation approximative de cet uréide, 5 centimètres cubes nous suffisent pour une détermination précise et rapide.

Mode opératoire. — Placer au bain d'eau à 40°, dans une fiole bouchée à l'émeri :

Urine humaine	5 cc.
Eau	10 cc.
Cyanure de potassium	$0^{gr},01$
Soja hispida	$0^{gr},15$
Chloroforme	V gouttes.

Après une nuit de fermentation, introduire 5 centimètres cubes du liquide filtré dans un tube à centrifuger ; aciduler très légèrement par SO^4H^2 N ; ajouter alternativement une goutte de tungstate de sodium à 5 p. 100 et d'acide sulfurique N/3 jusqu'à obtention d'un liquide limpide après centrifugation ; laver trois fois le dépôt avec HCL N/100 ; filtrer sur filtre sans pli dans une fiole jaugée (20 cc.) et compléter le volume avec cet acide N/100.

L'application de cette méthode à l'urine de sept individus nous a conduit à une teneur en allantoïne comprise entre 18 et 35 milligrammes par litre.

CHAPITRE IV

Dosage de l'allantoïne dans le sang de quelques Mammifères (1).

Andrew Hunter a réussi à isoler l'allantoïne pure du sang de plusieurs Mammifères avec un rendement de $7^{mg},8$ par litre pour le sérum de Bœuf et de $5^{mg},7$ pour le sérum de Porc (*Journ. of Biol. Chem.*, t. XXVIII, 1917, p. 369-374).

Dosage de l'allantoïne dans le sérum (Bœuf, Veau, Cheval, Mouton et Porc) (2). — *Mode opératoire.* — Placer au bain d'eau, à 40°, en vases clos :

Sérum	5 cc.
Eau	20 cc.
Soja hispida	$0^{gr},25$
Cyanure de potassium	$0^{gr},015$
Sesquicarbonate d'ammonium	$0^{gr},05$
Chloroforme	V gouttes.

Après quinze heures de fermentation, traiter le liquide d'après les indications précédentes.

L'allantoïne, contenue dans le sérum d'animaux tués à l'abattoir, varie entre $10^{mg},7$ et $26^{mg},9$ par litre.

CHAPITRE V

Dosage de l'allantoïne dans les graines (1).

Découverte en 1881 par Schultze et Barbieri dans les végétaux (Érable, Platane), l'allantoïne a été depuis rencontrée dans quelques graines : Tabac (Scurti et Percia-

(1) R. Fosse, A. Brunel et P.-E. Thomas, *Comptes Rendus*, t. CXCII, 1931, p. 1615.

BOSO) ; *Datura* DE PLATO) ; Froment (POWER et SALVAY, FOSSE, BRUNEL, DE GRAEVE, THOMAS et SARAZIN) ; Orge, Maïs, Pois, Soja (*Comptes Rendus*, t. CXCI, 1930, p. 1153).

DOSAGE DE L'ALLANTOÏNE DANS LES GRAINES. — *Mode opératoire.* — Placer au bain d'eau à 40° :

Graine finement broyée	1 gr.
Eau	20 cc.
Soja hispida	$0^{gr},2$
Cyanure de potassium	$0^{gr},015$
Sesquicarbonate d'ammonium	$0^{gr},05$
Chloroforme	V gouttes.

Après une nuit de fermentation, introduire 5 centimètres cubes du liquide filtré dans un tube à centrifuger ; déféquer par le tungstate de sodium à 10 p. 100 et l'acide sulfurique 2/3 N ; filtrer sur filtre sans plis dans une fiole jaugée de 20 centimètres cubes ; délayer dans 3 à 4 centimètres cubes d'acide chlorhydrique N/100 ; ajouter I goutte de tungstate et d'acide sulfurique ; centrifuger ; filtrer ; répéter deux fois le même traitement ; compléter à 20 centimètres cubes avec HCl N/100 ; puis, suivre le mode opératoire déjà décrit.

Quand la teneur en allantoïne de la graine dépasse $0^{gr},8$ par kilogramme, une dilution plus forte devient nécessaire, le dosage spectrophotométrique ne pouvant être exécuté sur des liqueurs trop colorées.

Les recherches ont porté sur des graines de récolte récente ou très ancienne, aimablement mises à notre disposition par notre regretté collègue le Professeur Henri LECOMTE.

Cinquante individus ont été étudiés, de familles diverses :

Liliacées.	Composées.	Crucifères.
Graminées	Urticacées.	Légumineuses.
Ombellifères.	Polygonacées.	Cucurbitacées.
Solanacées.	Chénopodiacées.	

3. Par leur teneur très variable en allantoïne, comprise entre $0^{gr},02$ et $3^{gr},3$ par kilogramme, les 50 végétaux examinés se répartissent en quatre catégories :

Allantoïne par kilogramme.	Nombre d'individus.
$0^{gr},02$ à $0^{gr},09$	20
$0^{gr},1$ à $0^{gr},41$	20
$0^{gr},5$ à $0^{gr},88$	8
$1^{gr},7$ à $3^{gr},3$	2

Deux graines se distinguent nettement des autres par leur remarquable richesse en allantoïne : *Phaseolus mungo* ($1^{gr},7$) et *Dolichos sinensis* ($3^{gr},3$). Cet uréide est-il un principe constant des végétaux ? Des expériences sont poursuivies pour répondre à cette question.

SIXIÈME PARTIE

L'ACIDE URIQUE CHEZ LES VÉGÉTAUX

CHAPITRE PREMIER

Une deuxième fermentation nouvelle. Transformation de l'acide urique en acide allantoïque par des ferments végétaux ou animaux.

(En collaboration avec A. BRUNEL et P. DE GRAEVE) (1).

FERMENTS VÉGÉTAUX TRANSFORMANT L'ACIDE URIQUE EN ACIDE ALLANTOÏQUE. — A une époque où l'acide urique, n'ayant pu être décelé dans les plantes, était considéré comme d'origine exclusivement animale, nous avons démontré que de nombreux végétaux l'attaquent et, ouvrant ses deux noyaux hérétocycliques, le transforment en acide allantoïque.

1. Les graines fraîches de légumineuses, servant à l'alimentation de l'Homme (Pois, Haricot, Fève), possèdent une puissance de transformation de l'acide urique en acide allantoïque des plus nettes.

L'identification de l'acide allantoïque ainsi formé a été réalisée par l'analyse : 1° de son dérivé dixanthylé ; 2° de son sel d'argent.

2. La même transformation est provoquée par les semences sèches des Légumineuses récoltées en 1928 :

Cicer arietinum.
Dolychos lablab.
Faba vulgaris.
Genista scoparia.
Glycina soja.
Lathyrus sylvestris.
Medicago sativa.
Melilotus alba.
Melilotus officinalis.
Phaseolus lunatus.
Phaseolus multiflorus.
Phaseolus mungo.
Phaseolus vulgaris (Flageolet, Haricot Princesse à rames).
Pisum elatius.
Pisum sativum.
Soja hispida.
Soja hispida var. *nigra.*
Spartium junceum.

(1) R. FOSSE, A. BRUNEL et P. DE GRAEVE, t. CLXXXIX, 1929, p. 213 ; t. CXC, 1930, p. 79.

3. *La fermentation allantoïque de l'acide urique* résulte de l'action de deux diastases : l'une, appartenant à la classe des oxydases découverte en 1894, au Muséum, par Gabriel Bertrand, dégrade l'acide urique en allantoïne, comme l'uricase des animaux ; l'autre, dont nous avons fait connaître l'existence chez des végétaux et des animaux, produit l'acide allantoïque par simple fixation d'eau sur l'allantoïne.

```
                                                         NH
NH —— CO                               NH²            /      \                      NH²                NH²
|      |              + O + H²O        |            /          \     + H²O          |                  |
CO     C —— NH        ————————→        CO         CO            CO   ————→          CO        COOH     CO
|      ||        > CO   − CO²          |           |            |                   |          |       |
NH —— C —— NH                          NH —— CH —— NH                               NH —— CH —— NH
   Acide urique.                              Allantoïne.                              Acide allantoïque.
```

Ferments animaux transformant l'acide urique en acide allantoïque. — C'est à Chassevant et Ch. Richet, en 1898, que l'on doit la découverte de la destruction de l'acide urique par les ferments hépatiques, et à Wiechowski, en 1907, celle de la formation de l'allantoïne dans ces conditions.

L'allantoïne est-elle toujours le produit final de la dégradation diastasique de l'acide urique par le foie des divers animaux ? Nos expériences démontrent que l'acide allantoïque se forme par fermentation de l'acide urique en présence du foie des Batraciens et Poissons, chez lesquels nous avons déjà signalé l'allantoïnase : *Rana viridis, Rana temporaria ;* Sélaciens : *Raja clavata, Raja punctata ;* Téléostéens : *Cyprinus carpio, Tinca vulgaris, Gadus merlangus, Scomber scombrus, Clupea harengus, Mullus barbatus, Pleuronectes limanda.*

L'acide allantoïque résultant de la fermentation de l'acide urique a été identifié par l'analyse quantitative de son sel d'argent cristallisé et pur.

Conclusions.

L'acide allantoïque se forme dans les deux fermentations que nous avons découvertes, aux dépens : soit de l'allantoïne, sous l'influence de l'allantoïnase, contenue chez les végétaux et chez certains animaux ; soit de l'acide urique, en présence d'organes de végétaux (Légumineuses) ou d'animaux (Batraciens et Poissons). Cette dernière fermentation est l'œuvre de deux diastases : l'une, l'uricase, oxyde et hydrate l'acide urique pour donner, avec perte de CO^2, l'allantoïne que, l'autre, l'allantoïnase, transforme en acide allantoïque par simple fixation d'eau :

```
   ↑                                                     NH
NH —|— CO                              NH²            /      \                      NH²                NH²
|       |             + O + H²O        |            /          \     + H²O          |                  |
CO —— C —— NH         ————————→        CO         CO            CO   ————→          CO        COOH     CO
|      ||        > CO   − CO²          |           |            |                   |          |       |
NH —— C —— NH                          NH —— CH —— NH                               NH —— CH —— NH
```

CHAPITRE II

Un nouveau principe des végétaux : l'acide urique.

(En collaboration avec P. DE GRAEVE et P.-E. THOMAS) (1).

1. L'existence, si souvent cherchée et discutée du formol dans les plantes, fondement de la célèbre hypothèse de BAEYER sur l'assimilation chlorophyllienne du carbone, semblait être enfin démontrée. Des extraits alcooliques de feuilles vertes, préparés avec le concours de la chaleur, produisent en effet la réaction colorée de SCHRYVER (2).

Mais cette réaction, prétendue spécifique de l'aldéhyde formique, appartient aussi à l'acide glyoxylique (3).

Les sucs de certaines feuilles vertes peuvent la produire avec intensité s'ils ont subi l'action de la chaleur, mais, préparés à froid et récemment, leur réaction reste très faible ou négative.

En outre, l'urée apparaît par chauffage des sucs en même temps que la substance chromogène. Les deux corps formés simultanément doivent donc dériver de l'hydrolyse d'un uréide instable, dont ils révèlent la présence dans les feuilles.

Quel est cet uréide ?

L'*acide allantoïque*, isolé et identifié par l'analyse élémentaire, successivement sous la forme de son dérivé dixanthylé, mercurique et argentique (R. Fosse) (4).

2. *D'où provient l'acide allantoïque ?* De l'hydratation fermentaire de l'allantoïne.

C'est en effet ce que démontrent :

a. L'*allantoïnase* (5), ferment végétal extrêmement répandu, qui lui donne naissance *in vitro* par fixation d'une molécule d'eau sur l'allantoïne.

$$\text{(A)}\quad NH^2.CO.NH.\underset{\displaystyle CH - NH}{\overset{\displaystyle CO - NH}{|}}\!\!\gt CO \xrightarrow[\text{Allantoïnase.}]{+\,H^2O} NH^2.CO.NH - \underset{\displaystyle CH}{\overset{\displaystyle COOH}{|}} - NH.CO.NH^2.$$

b. La présence simultanée d'allantoïne, d'acide allantoïque et d'allantoïnase dans la même plante (6).

c. La transformation en acide allantoïque qu'éprouve l'allantoïne contenue dans le suc de plusieurs plantes, centrifugé, chloroformé et placé à 40°.

(1) R. FOSSE, P. DE GRAEVE et P.-E. THOMAS, *Comptes Rendus*, t. CXCIV, 1932, p. 1408 ; t. CXCV, 1932, p. 1198.

(2) SCHRYVER, *Proc. Roy. Soc. London*, série B, t. LXXXII, 1910, p. 226 ; *Chem. Centralblatt*, t. I, 1910, p. 1366 ; GAB. BERTRAND et P. THOMAS, Manipulations de chimie biologique, Paris, 2e édition, 1913, p. 441.

(3) R. FOSSE et A. HIEULLE, *Comptes Rendus*, t. CLXXIX, 1924, p. 637 ; t. CLXXXIII, 1926, p. 1114.

(4) R. FOSSE, *Comptes Rendus*, t. CLXXXII, 1926, p. 175 et 869 ; t. CLXXXIII, 1926, p. 1114 ; R. FOSSE et A. HIEULLE, *Comptes Rendus*, t. CLXXXIV, 1927, p. 1596 ; R. FOSSE et V. BOSSUYT, *Comptes Rendus*, t. CLXXXV, 1927, p. 308.

(5) R. FOSSE et A. BRUNEL, *Comptes Rendus*, t. CLXXXVIII, 1929, p. 426 et 1067 ; R. FOSSE, A. BRUNEL et DE GRAEVE, *Comptes Rendus*, t. CLXXXVIII, 1929, p. 1418 et 1632 ; t. CLXXXIX, 1929, p. 716 ; A. BRUNEL, *Comptes Rendus*, t. CXCII, 1931, p. 442.

(6) R FOSSE, A. BRUNEL et P. DE GRAEVE, *Comptes Rendus*, t. CLXXXIX, 1929, p. 716 ; R. FOSSE, A. BRUNEL, P. DE GRAEVE, P.-E. THOMAS et J. SARAZIN, *Comptes Rendus*, t. CXCI, 1930, p. 1153.

3. *Quelle est la substance génératrice de l'allantoïne ? L'acide urique,* encore inconnu chez les végétaux.

Depuis sa découverte chez l'Homme par SCHEELE, en 1776, cet uréide a été trouvé dans la plupart des animaux vertébrés ou invertébrés. Signalé dans les spores d'une moisissure, l'*Aspergillus orizæ,* par MIDZUHO SUMI (1), il n'a pu encore être isolé ou même simplement caractérisé dans les plantes supérieures. CZAPEK (2) constate ce fait négatif à deux reprises : « Harnsäure im Pflanzenreiche noch nicht nachgewiesen... » ; « Die Harnsäure, die man bisher aus dem Pflanzenreiche nicht kennt... ».

L'acide urique joue, cependant, chez les végétaux un rôle physiologique indéniable :

1° Marin MOLLIARD (3) démontre que l'urate de sodium accélère le développement des radis cultivés aseptiquement. En comparant les résultats de trois cultures, contenant 1/1000 d'azote sous forme de nitrate de sodium, d'urée ou d'urate de sodium, c'est avec ce dernier sel que la récolte est maximum.

2° D'après Antonin NÉMEC (4), la graine de Soja détruit l'acide urique avec production d'ammoniac, grâce à la participation de plusieurs ferments.

3° Les graines de *Soja hispida* et d'autres légumineuses, très nombreuses, transforment l'acide urique en acide allantoïque (5).

Pour établir que l'acide urique est la substance mère de l'allantoïne et de l'acide allantoïque, il faut d'abord prouver son existence dans les plantes. Cette *preuve,* très difficile à obtenir, ne peut être donnée *que par l'analyse quantitative élémentaire du corps isolé parfaitement pur.*

CARACTÉRISATION DE L'ACIDE URIQUE PAR L'URICASE. — Un végétal contient de l'acide urique, lorsque la quantité d'acide allantoïque qu'il produit sous l'influence de l'uricase et de l'allantoïnase réunies est plus grande qu'en présence de l'allantoïnase seule. Une foule de graines produisent ce résultat, lorsqu'on les laisse fermenter spontanément dans l'eau, à 40°, en présence ou non de cyanure, qui, sans action sur l'allantoïnase, suspend complètement l'activité de l'uricase.

Le dosage spectrophotométrique de l'acide allantoïque dans des graines soumises à ces conditions nous a ainsi révélé la présence de l'acide urique dans : le Blé, l'Ortie, le Navet, le Cresson, la Fève, le Mélilot, la Coronille, le Lupin blanc, la Gesse, le Concombre.

ISOLEMENT ET IDENTIFICATION DE L'ACIDE URIQUE PAR L'ANALYSE. — Du Mélilot officinal ou de Sibérie, du Trèfle incarnat et de la Fève des marais (graines), nous avons isolé l'acide urique rigoureusement pur à l'analyse, en mettant successivement en œuvre une précipitation argentico-magnésienne et deux précipitations mercuriques.

TECHNIQUE. — Placer en contact une heure, avec dix fois leur poids d'eau glacée, les

(1) MIDZUHO SUMI, *Biochemische Zeitschrift,* t. CXCV, 1928, p. 161 ; *Chem. Centralblatt,* t. I, 1929, p. 2545.
(2) CZAPEK, *Biochemie der Pflanzen,* 3e édition, t. III, 1925, p. 193 et 203.
(3) M. MOLLIARD, *Comptes Rendus,* t. CLIII, 1911, p. 958.
(4) A. NÉMEC, *Biochemische Zeitschrift,* t. CXII, 1921, p. 286.
(5) R. FOSSE, A. BRUNEL et P. DE GRAEVE, *Comptes Rendus,* t. CLXXXIX, 1929, p. 189 ; t. CXC, 1930, p. 79.

graines finement broyées ; centrifuger et déféquer les macérations par le tungstate de soude et l'acide sulfurique, puis par la mixture magnésienne ; précipiter les purines par l'azotate d'argent ammoniacal ; traiter à chaud le dépôt par l'acide sulfurique dilué ; précipiter la liqueur par le sulfate acide mercurique ; chauffer le dépôt avec l'acide chlorhydrique ; refroidir et laver les cristaux obtenus à l'alcool ; les dissoudre dans de l'eau bouillante et précipiter de nouveau par le sulfate de mercure ; chauffer l'urate mercurique avec l'acide chlorhydrique ; refroidir, laver les cristaux à l'alcool et les dissoudre dans de l'eau bouillante : l'acide urique pur cristallise par refroidissement.

TENEUR EN ACIDE URIQUE DE QUELQUES GRAINES.

Noms.	Acide urique par kilogramme de plante.
Faba vulgaris (Fève des marais)	0,230
Melilotus officinalis (Mélilot)	0,250
Trifolium sativum (Trèfle violet)	0,240
Sorghum halepense (Sorgho d'Alep)	0,176
Coronilla varia (Coronille variée)	0,130
Lepidium sativum (Cresson alénois)	0,108
Acer campestris (Érable champêtre)	0,054
Ricinus major (*communis*) (Ricin)	0,061
Lupinus albus (Lupin blanc)	0,048
Glycina sola (Soja à grain jaune)	0,030

L'ACIDE URIQUE EST DONC UN PRINCIPE NATUREL DES VÉGÉTAUX COMME DES ANIMAUX.

SEPTIÈME PARTIE

CONCLUSIONS

1. L'acide urique est la source d'où dérivent : l'allantoïne racémique, ses deux isomères optiques, l'acide allantoïque et une partie de l'urée et de l'ammoniaque formées par les plantes.

L'azote de l'acide urique dérive, chez les végétaux comme chez les animaux, des nucléines :

$$\text{Nucléines.} \xrightarrow{\text{Nucléases.}} \text{Purines.} \xrightarrow{\text{Pyrinoxydases.}} \text{Acide urique.}$$

Il passe, ensuite, successivement à l'état d'allantoïne et d'acide allantoïque, grâce aux ferments uricase et allantoïnase.

L'origine urique de l'acide allantoïque et le mécanisme de sa formation sont comme inscrits dans les graines. A l'état de vie ralentie, une foule d'entre elles contiennent l'acide urique, accompagné ou non d'allantoïne, d'acide allantoïque, d'uricase et d'allantoïnase. Plusieurs renferment simultanément tous ces uréides et tous ces ferments, liés entre eux par la relation :

$$\text{Acide urique.} \xrightarrow{\text{Uricase.}} \text{Allantoïne.} \xrightarrow{\text{Allantoïnase.}} \text{Acide allantoïque.}$$

Distribution de ces uréides et ferments dans quelques graines (1).

Noms.	Acide urique (*).	Uricase.	Allantoïne (*).	Allantoïnase.	Acide allantoïque (*).
—	—	—	—	—	—
Acer pseudoplatanus	0,054	+	0,096	+	0,054
Cicer arietinum	—	+	+	+	—
Faba vulgaris	0,300	+	—	+	—
Genista scoparia	0,045	+	0,065	+	trace
Hordeum vulgare	—	—	+	—	—
Lathyrus latifolius	—	+	0,14	+	0,302
Lupinus albus	0,048	—	0,056	+	—
Melilotus officinalis	0,250	+	0,08	+	—
Phaseolus vulgaris	—	+	+	+	+
Pisum sativum	—	+	+	+	+
Soja hispida	0,03	+	0,05	+	0,06
Triticum sativum	0,078	—	0,196	—	0,04

(*) En grammes par kilogramme de plante sèche.

(1) R. Fosse, P. de Graeve et P.-E. Thomas, *Comptes Rendus*, t. CXCVI, 1933, p. 883.

Trifolium sativum :					
Trèfle violet	0,266	+	0,07	+	0,107
Trèfle incarnat	0,06	+	0,1	+	trace
Vicia sativa	0,031	+	0,38	+	—
Zea mays	—	+	+	—	—
Urtica dioica	trace	—	0,09	—	0,314

(*) En grammes par kilogramme de plante sèche.

2. Le rôle physiologique de substance uréogène, que possède l'acide allantoïque, découle de sa faculté de libérer avec une extrême facilité ses composants, l'urée et l'acide glyoxylique, par hydrolyse, sans qu'il soit nécessaire de recourir à une action diastasique. La réaction :

$$COOH.CH\begin{cases}NH.CO.NH^2\\NH.CO.NH^2\end{cases} + 2\ H^2O = COOH.CH\ (OH)^2 + 2\ NH^2.CO.NH^2,$$

se produit en milieu acide des plus faibles.

Tandis qu'à $pH = 7,3$ l'acide allantoïque reste inaltéré, après cinq jours à la température ordinaire, à $pH = 6,8$, dans les mêmes conditions, l'acide glyoxylique fait déjà son apparition.

3. Le métabolisme de l'azote d'origine urique atteint sa dernière étape, grâce à un autre ferment, l'uréase, fort répandu chez les végétaux, où il accompagne couramment l'uricase et surtout l'allantoïnase.

En hydratant l'urée, non directement assimilable par la plante :

$$CO\begin{cases}NH^2\\NH^2\end{cases} \xrightarrow[\text{Uréase.}]{H^2O} CO^2 + 2\ NH^3,$$

l'uréase lui procure son aliment azoté par excellence, l'ammoniaque, qui lui est absolument indispensable pour réaliser la synthèse de ses protides et concourt ainsi au même but que les nombreux ferments désaminants des acides aminés issus des albuminoïdes.

Chaire de Minéralogie

Professeur : Monsieur ALFRED LACROIX



HAÜY

Source : MNHN, Paris

Les Tectites de l'Indochine et de ses abords et celles de la Côte d'Ivoire

Par ALFRED LACROIX

La découverte de tectites dans le Nord du Cambodge (1 et 2) a appelé de nouveau l'attention sur ces petits fragments corrodés de verre dépourvu de toute cristallisation et de toute enclave de minéraux enallogènes, qui n'étaient connus jusqu'alors en Extrême-Orient que dans les alluvions stannifères de Billiton (*billitonites*), très exceptionnellement dans les alluvions de la Malaisie, de Boengoeran (archipel de Natoena), de Bornéo et, plus rarement encore, du Nord de Java.

Peu après avoir signalé et commenté cette découverte (3 et 4), grâce à d'obligeants concours, j'ai pu réunir une quantité de documents assez considérable pour qu'il m'ait été possible de publier une monographie des tectites de l'Indochine (5), devenue la partie du monde fournissant en plus grande abondance ces curieux produits naturels.

Après les avoir décrits à divers points de vue, je les ai comparés aux tectites des autres régions de l'Insulinde (*billitonites*), de l'Australie (*australites*), de la Tchécoslovaquie (*moldavites*) ; j'ai discuté, en outre, les diverses théories proposées pour l'interprétation de leur origine, donné les raisons qui m'ont conduit à adopter l'hypothèse d'une origine cosmique proposée jadis par Franz Ed. SUESS ; enfin j'ai développé une hypothèse complémentaire en m'appuyant sur des considérations théoriques de W. WAHL et de H. MICHEL.

Entre temps, un nouveau centre de gisements de tectites a été découvert à Manille, dans les Philippines, par M. H. OTLEY BEYER, qui les a appelées *rizalites* ; ce centre a été signalé par le Rév. SELGA (6) : les échantillons que je dois à ce dernier m'ont permis de donner une première analyse chimique de ces nouvelles tectites (7).

(1) LACROIX (A.), Sur l'existence des tectites au Cambodge : leur morphologie (*C. Rendus*, CLXXXVIII, 1929, p. 117).
(2) LACROIX (A.), Sur la composition chimique des tectites et en particulier de celles de Cambodge (*Ibid.*, p. 284).
(3) LACROIX (A.), Nouvelles observations sur les tectites de l'Indochine (*Ibid.*, t. CXCI, 1930, p. 893).
(4) LACROIX (A.), Nouvelles observations sur les tectites. Discussion de leur origine (*Ibid.*, t. CXCII, 1931, p. 1685).
(5) LACROIX (A.), Les tectites de l'Indochine [*Arch. Mus. nat. Hist. nat. Paris*, (6), t. VIII, 1932, p. 139-240, Pl. I-XII].
(6) SELGA (Rev. MIGUEL), Meteorites in the Philippines (*Publicat. of Manila Observatory*, t. I, fasc. 9, 1930, p. 50).
(7) LACROIX (A.), Les tectites des Philippines (*C. Rendus*, t. CXCIII, 1931, p. 265).

Depuis lors, d'autres documents provenant de gisements déjà connus ou de gisements nouveaux de l'Indochine, du Kouang-Tchéou-Wan, puis de l'île chinoise Hai-nan(1 et 2) se sont accumulés dans mon laboratoire du Muséum (1) : je noterai en particulier la belle collection de Dalat et du Kouang-tchéou-wan, réunie par le général MAILLES, et les récoltes de M. SAURIN, faites dans le Sud-Annam (3).

Enfin j'ai fait connaître l'existence de tectites au Siam (1).

Je me propose d'utiliser tous ces documents pour compléter certains points de mon premier exposé, au moins d'une façon sommaire, le peu de place dont je dispose ici ne me permettant pas de traiter la question dans toute son ampleur.

Je dois signaler tout d'abord que Franz Ed. SUESS a commenté récemment (4) les résultats de mon mémoire de 1932, donné son point de vue actuel sur la question des tectites et appelé *indochinites* celles d'Indochine.

Je terminerai par quelques indications préliminaires sur un fait nouveau (5) d'une grande importance théorique, la découverte en Afrique occidentale française d'un centre de gisements de tectites, pour la première fois rencontrées sur le continent africain.

(1) LACROIX (A.), Nouvelles observations sur la distribution des tectites en Indochine et dans les pays voisins (*Ibid.*, t. CXCIX, 1934, p. 6).

(2) Voir aussi : PATTE (ÉTIENNE), Les tectites d'Haïnan. Géologie et folklore (*C. Rendu sommaire Soc. géol. Fr.*, fasc. 12, 1934, p. 159).

(3) SAURIN (EDMOND), Sur quelques gisements de tectites de l'Indochine du Sud (*C. Rendus*, t. CC, 1935, p. 246).

(4) SUESS (FRANZ ED.), Zur Beleuchtung des Meteoritenproblems (mit Bezug auf das durch A. LACROIX, erschlossene indo-chinesiche Tectitgebiet) (*Mitteil. geol. Gesellschaft. Wien*, t. XXV, 1932, p. 115-131).

(5) LACROIX (A.), Sur la découverte de tectites à la Côte d'Ivoire (*C. Rendus*, t. CXCIX, 1934, p. 1539).

I

TECTITES DE L'INDOCHINE ET DE SES ABORDS

I. — Distribution géographique.

Mes publications antérieures m'avaient conduit à montrer que l'on trouve des tectites dans toutes les parties de l'Union indochinoise. Dans chacune d'entre elles, des observations plus récentes ont allongé la liste de leurs gisements.

Voici l'énumération des provinces et des localités où ont été recueillis les documents étudiés. Cette liste est destinée à s'accroître encore. Elle ne résulte pas, en effet, de recherches systématiques coordonnées, mais d'observations accidentelles, sauf pour le Sud-Annam, où M. Saurin a fait des recherches méthodiques, mais seulement le long d'itinéraires suivis pour la confection de la carte géologique.

Tonkin. — *Province de Cao-Bang.* — Le plus remarquable gisement tonkinois se trouve dans le massif du Pia Oac, à l'Ouest de Cao-Bang. Les tectites ont été découvertes non pas dans les alluvions de Tinh Tuc les plus activement exploitées pour la cassitérite, mais dans celles des concessions de Beausite et de Juellis.

Un petit nombre d'échantillons proviennent d'une région voisine, celle de Nguyen Binh, du vallon de Kam Phut (Nord de Ta Sa) et de l'ancien poste de Van Phai entre Nguyen Binh et Nga San.

Territoire militaire de Ha-Giang. — Un autre gisement se trouve à une centaine de kilomètres du Pia Oac, à Dong Van, sur la frontière du Kouei-tchéou (Chine).

Province de Yen-Bay. — Un échantillon de tectite a été recueilli à Yen-Bay même.

Laos. — *Province de Xieng-Khouang.* — Nong-Et (Nord-Ouest de Xieng-Khouang); vers le kilomètre 242 de la route de Vinh à Luang-Prabang. — Ban Houei Nong, à l'Est de Ban Sat, sur le Mékong.

Province de Cammon. — Région de Napé.

Province de Savannakhet. — Route coloniale nº 9 au kilomètre 67 (2 kilomètres de Ban-Dong Hen) ; Sud de Muong Nong, sur la rive gauche de le Sé La Nong, près de la limite de la province et de celle de Saravane.

Province de Saravane. — Vallée du Haut Suok, en amont de B. Dan-Nalao (près de la limite de la province précédente) ; haute vallée de Se-Bang-Nouan.

Province d'Attopeu. — Près du poste d'Attopeu.

Province de Bassac. — Ban Houei San, sur la rive gauche du Mékong, au Nord de Khong ; près de Pak Sé.

Siam. — Vis-à-vis du Laos, à l'Ouest du Mékong.

Province de Nakon Panom. — Entre Phuphan Hill, Oubone et Roi Et (c'est-à-dire au Sud-Ouest de Savannakhet).

Cambodge. — Large distribution à l'Ouest du Mékong, surtout dans la région gréseuse comprise entre le Grand Lac et le massif des Dangrek, au Sud de la frontière avec le Siam.

Province de Stung-Treng. — Entre Chep et Melouprey ; Nord de Smach, à 30 kilomètres Ouest de Kanthut et à environ 60 kilomètres du Sud-Est de Chéam-Ksan (Chéom-Ksan).

Province de Siem-Réap. — Plus ou moins près de la frontière du Siam, au Nord et au Nord-Ouest d'Angkor. Ruisseau Aur-Roum-Hak, à 8 kilomètres au Nord de Khdol, près Phnom-Bak ; Damnak-Rolous-Trach, sur l'O-Laâk (7 kilomètres au Nord-Est de Paong et à 24 kilomètres au Nord de Samrong) ; forêt de Prey-Chrok-Bal-Rolous, dans le khand de Chong-Kal (territoire de Dong-Sok) ; O-Kantuy Chuong, à 4 kilomètres de Dong-Sok (khand de Kra-Lanh) ; Prey-ô-Chrup-Ksan, dans le khum de Varin (8 kilomètres à l'Est de Svai-Sar).

Province de Kompong-Thom. — Deux carrières de ballast distantes de 4 kilomètres à environ 12 kilomètres de la route reliant Kompong-Thom à Siem-Réap, près de la limite des deux provinces. Près de Phnom-Dek, au Sud-Est de Prakhar.

Province de Phnom-Penh. — 4 kilomètres de Kompong-Speu, près de Chambok ; 8 kilomètres de Pum-Lovéa (200 mètres de la rive gauche du Sông-Cha).

D'autres gisements se trouvent à l'Est du Mékong.

Province de Stung-Treng. — Près de Ban-Don-Phay, sur l'Hikoi, affluent du Se-Kong (frontière du Laos).

Province de Kratié. — Région de Cheavar, Svai Chrum, Sré Antong ; vallée du Prek Té, près du pont sur la route coloniale n° 13 ; Prek-Along entre Kratié et Snoul (kilomètre 195 de route coloniale n° 13) ; Samrong, à 50 kilomètres au Sud-Est de Kratié.

Province de Kompong-Cham. — A 3 kilomètres de Phum Chantors, dans la région de Mimot.

COCHINCHINE. — *Province de Tay Ninh.* — A Sroc Con Trang, près de la frontière du Cambodge et de la région de Mimot.

ANNAM. — Nord-Annam. — *Province de Nghê-An.* — Au Nord de Vinh, sur le parallèle de Van-Phan, à 800 mètres Est de la garderie de Bên-Trai-Lat, sur le Sông-Con ; Phuong-Ky (vallée du Sông-Ca, route locale n° 36) ; route de Vinh à Luang-Prabang, par Cua-Rao, entre le Can-Cuong et Khe-Bo (vallée de Sang-Li).

Province de Ha-Tinh. — A 800 mètres de la station de chemin de fer de Kim-Lu (limite de la province de Quang-Binh).

Sud-Annam. — *Province de Kontum.* — Entre Kontum et Dak-Tô ; Kong Bol.

Province de Pleiku. — A 45 kilomètres, au sud du chef-lieu, entre les villages jaraïs de Plei Mé Jum et de Plei Hô.

Province du Darlac. — Plei Tung Thang ; Buon Thanh ; environs de Buon M'Nar, dans la vallée du Krong Hing ; près de Buon Dlok, dans la vallée du Krong Pach.

Province du Phu-Yen. — Plateau de Van Hoa ; plateau de Phuoc Thuan ; au kilomètre 40 de la route de Tuy Hoa à Cung Son.

Province du Haut-Donnaï. — Tout le plateau du Lang Bian, et particulièrement à Dalat et entre cette ville et Dang-Kia ; environs de Baneur et d'Ankroët ; base occidentale du Mont Lang Biang, jusqu'à 1 640 mètres d'altitude. Contreforts Ouest du massif Bi Doup, à 1 600 et 1 670 mètres d'altitude ; plateau Mâ, à Bon M'Rat.

Province du Binh Thuan (Phan Thiet). — Dans la plaine côtière de Phan Ri, à 3 kilomètres à l'Ouest de Lê Nghi.

KOUANG-TCHÉOU-WAN. — Les documents que j'ai décrits antérieurement provenaient pour la plupart de Tan-Hai ; depuis lors, M. JABOUILLE m'a fait recueillir une quantité considérable d'échantillons non seulement dans cette île, mais sur le continent. Trois séries de gisements sont particulièrement riches. La première se trouve dans la délégation de Potao, à l'Est de la Matché ; la seconde, à l'Ouest de cette rivière, aux alentours de la Tour-du-Bonheur, située sur la route de Fort-Bayard, le chef-lieu du territoire, à Tche-Kam.

La troisième se rencontre au Sud-Ouest de Fort-Bayard, aux alentours du lac de la Surprise (Nord-Ouest de Potsi).

Hai-nan. — Le gisement principal se trouve dans la partie Nord de cette île chinoise, près du village de Séan Tô (district de Wentchang), à l'Ouest de Hoi-How. Une autre région se trouve à 60-80 kilomètres plus au Sud, à Sim-San (district de Tingan).

Les gisements ayant fourni le plus de matériaux étudiés sont ceux du Nord du Cambodge, du plateau du Lang Bian (région de Dalat), de divers points de Kouang-tchéou-wan continental, de Tan-hai et de Hai-nan.

II. — Conditions de gisement.

Mode exclusif de gisement. — Éluvions et alluvions. — Comme partout ailleurs, en Indochine, les tectites se rencontrent exclusivement dans ou sur des formations clastiques : éluvions ou alluvions.

Elles n'y sont sans doute qu'exceptionnellement dans leur situation primaire. Le plus souvent, elles y ont été concentrées par le ruissellement superficiel (éluvions) ou par des courants d'eau (alluvions) qui les ont enlevées à des gisements primordiaux, ayant existé sur le substratum de la région. Dans l'hypothèse si vraisemblable d'une origine extra-terrestre, on ne saurait, en effet, supposer que leur chute se soit produite exclusivement dans des vallées ou sur des formations de transport. La perfection des formes de beaucoup d'échantillons, malgré leur fragilité, prouve que souvent leur transport n'a pas dû être très long.

Dans les alluvions anciennes, toutes traces d'usure par actions mécaniques ont disparu sous l'influence de corrosion chimique, génératrice de ces sculptures profondes qui couvrent la surface de toutes les tectites recueillies en place dans des gisements secondaires. Par contre, sur les échantillons roulés des alluvions actuelles, ces corrosions ont d'ordinaire plus ou moins complètement disparu (certains échantillons du Pia Oac).

Nature du substratum. — Ces considérations font comprendre l'intérêt de la connaissance de la nature du substratum des régions à tectites. Or, en Indochine, cette nature est des plus variée. La composition chimique des tectites est donc sans relation avec celle du sol qui les supporte, ce qui élimine, *sans réserve,* toute hypothèse faisant intervenir d'*une façon quelconque* l'influence de ce substratum sur la genèse des tectites.

Comme certains observateurs ont voulu voir une relation entre la provenance des tectites et le volcanisme terrestre, il est opportun d'insister sur ce que, dans maintes régions indochinoises, le Haut-Tonkin, le Nord du Cambodge, par exemple, on ne connaît pas d'épanchements volcaniques récents. Dans celles où il existe des laves récentes, celles-ci (basaltes) n'ont pas de rapport chimico-minéralogique avec les tectites.

Voici quelques exemples choisis dans des régions caractéristiques et indiquant la diversité de ce substratum :

Granite. — Plei Mé Jum ; Buon D'Lok ; Buon M'Nar ; Pia Oac.
Gneiss et micaschistes. — Buon Thanh.
Grès permiens et triasiques. — Tous les gisements du Nord du Cambodge, de Kratié, d'Attopeu et ceux du Siam.
Calcaires paléozoïques. — Kam Phut.
Schistes paléozoïques métamorphiques. — Pia Oac.
Dunes récentes antérieures à des basaltes. — Kouang-tchéou-wan ; îles Tan-Hai et Hai-nan.
Andésites anciennes. — Province de Kratié.
Dacites anciennes. — Bi Doup et Lang Bian.
Basaltes tertiaires et quaternaires. — Bon M'Rat ; Plei Tung Thang ; Van Hoa ; Phuoc Thuan.

Distribution des tectites dans un même gisement. — Dans les alluvions, les tectites se trouvent au voisinage de la surface et rarement à une profondeur supérieure à $0^{m},50$. Elles y sont distribuées en quantité très inégale. Je n'ai que peu de précisions à cet égard, car là où abondent les tectites, elles ont été mises à découvert occasionnellement, lors de la construction de routes, de l'exécution d'autres travaux publics (Dalat, Kouang-tchéou-wan, etc.), ou enfin au cours d'exploitations minières (Pia Oac), ayant nécessité le déplacement d'un grand cube des matériaux.

Une seule observation nouvelle détaillée apporte quelques lumières sur cette question ; je la dois à M. ESSERTEAU.

Dans l'île Hai-nan, les tectites semblent avoir une large distribution, à Sean-Tô, elles sont particulièrement concentrées sur 400 à 500 mètres carrés, sous un humus sableux ayant de $0^{m},30$ à 1 mètre d'épaisseur et recouvrant une argile kaolinique blanche d'origine granitique, riche en quartz, avec de rares débris de tourmaline. Elles sont engagées, en très grande abondance, à la surface de cette argile. Sur cet espace limité, elles sont distribuées d'une façon discontinue, par taches circulaires de 2 mètres de diamètre environ ou sur des aires allongées, ayant jusqu'à 10 mètres de longueur. Certaines de ces taches ne renferment que des tectites en petites plaques, alors que, dans d'autres, celles-ci sont mélangées à des pièces à forme figurée.

Ce gisement est particulièrement intéressant en ce qu'il n'est pas remanié. Les tectites n'y sont pas accompagnées de concrétions ferrugineuses latéritiques comme dans le gisement de Sim-San, situé plus au Sud.

Age des tectites. — Aux renseignements que j'ai donnés antérieurement sur les relations des tectites avec les éluvions et les alluvions qui les renferment, il est possible d'ajouter aujourd'hui les observations suivantes de M. SAURIN, qui confirment leur âge quaternaire moyen, avec quelques précisions complémentaires.

« A Dalat et dans la vallée du Krong Hinh (Buon M'Nar), elles se trouvent sur des éluvions et sous des alluvions qui recouvrent celles-ci. A Dalat et à Bon M'Rat, on les trouve dans une couche formée de débris de latérite et de roches locales, surmontée d'alluvions récentes qui, sur le plateau du Lang Bian, atteignent près de 2 mètres dans les dépressions. Mais, dans le plus grand nombre de cas, les tectites se trouvent à la surface d'éluvions et alluvions, associées à des cailloutis comprenant des fragments de latérite et de roches dures du substratum ; ces cailloutis résultent d'un ruissellement local qui, en certains points, a concentré ces éléments. Les fragments ferrugineux proviennent de latérite plus ou moins remaniée formée le plus souvent *in situ* dans ces alluvions ou éluvions toujours relativement anciennes.

« Celles-ci, plus ou moins latéritisées, forment, en effet, des terrasses ou recouvrent des niveaux d'érosion dont les plus récents sont à 30-40 mètres au-dessus des niveaux de base (légèrement plus bas, 20-25 mètres dans la vallée du Krong Hinh). Je n'ai pas rencontré de tectites dans les alluvions récentes, et je n'en connais point notamment dans la vaste région alluviale de la Basse-Cochinchine. La chute des tectites aurait ainsi précédé le dépôt des alluvions récentes.

D'autre part, certaines tectites se montrent encroûtées de concrétions latéritiques (Prek-Té ; Lê-Nghi), fait déjà signalé par M. A. LACROIX dans les gisements de Smach (Cambodge occidental) et de Sim-San (île d'Hai-nan) (1).

« Or, dans l'Indochine du Sud, les alluvions récentes n'ont pas subi de latéritisation ; les dernières en date

(1) Il en est de même sur les blocs de Muong Nong.

des latérites, qui sont des latérites pisolitiques le plus souvent non agglomérées, se sont formées dans des alluvions sableuses dont les plus récentes constituent des terrasses de 10 mètres, soit littorales (côte du Sud-Annam), soit fluviatiles (Cochinchine). Selon ce critère, la chute des tectites, qui peut être plus ancienne, si j'observe que je n'en ai pas trouvé sur ces bas niveaux, ne pourrait être en tout cas postérieure à la formation et à la latéritisation du niveau de 10 mètres (1), soit au n° 6 de l'échelle chronologique suivante du Quaternaire du Sud indochinois : 1° Plaines côtières de 125 à 100 mètres (Sud-Annam) et pénéplaine de 100 mètres (Cochinchine) avec cuirasse latéritique ; 2° basaltes ; 3° plaines côtières de 100 à 40 mètres. Terrasses de 40 mètres avec latérites du type Bienhoa ; 4° basaltes ; 5° terrasses de 20-25 mètres avec latérites du type Bienhoa ; 6° *terrasses de 10-15 mètres avec latérites pisolitiques* ; 7° terrasse marine de 4-5 mètres. Basses terrasses fluviatiles ; 8° terrasse marine de 2 mètres ; 9° formations actuelles. »

III. — Morphologie.

On se ferait une idée très inexacte de ce que sont les tectites dans la nature si on ne les étudiait que dans les collections. Celles-ci ne renferment, en général, que des échantillons sélectionnés, se faisant remarquer par leur forme ou la singularité de la sculpture de leur surface. Ce sont ceux que recherchent les collectionneurs et aussi les indigènes, là où ils s'en servent comme amulettes.

Dans quelques gisements indochinois (Dalat, Tan-Hai, Hai-nan, etc.), j'ai pu faire récolter non seulement les échantillons représentés dans les douze planches de mon mémoire de 1932 et celles du présent travail, mais encore une quantité considérable du tout-venant, au milieu duquel les belles pièces, à forme figurée, ne se rencontrent qu'à l'état exceptionnel (2). La grande masse est constituée par de petits fragments informes, brisés ou contournés, ou bien par des débris de pièces plus grosses dont l'aspect initial peut être plus ou moins facilement reconstitué.

Si l'on veut comparer entre elles les tectites de différents gisements, c'est donc sur le tout-venant que l'on doit opérer. J'avais déjà pressenti cette nécessité en cherchant à comparer les billitonites de Billiton aux tectites d'Indochine. Afin de tirer au clair ce sujet, je me suis adressé à M. de Jongh, directeur général du Service géologique des Indes Néerlandaises, qui a questionné M. J. W. H. Adam, connaissant bien les exploitations stannifères de Billiton. Celui-ci a déclaré que, là aussi, les beaux échantillons, richement ornés des collections, sont exceptionnels, au milieu de débris anguleux (Pl. IV, fig. 4 et 5) ou à forme quelconque. Comme en Indochine, *en place*, à Billiton, on trouve parfois, des pièces brisées naturellement en plusieurs morceaux, restés à proximité les uns des autres et se prêtant à une reconstitution (3).

Les formes figurées. — En Indochine, celles des formes figurées, dont l'origine primaire est incontestable, sont les *larmes* et les *poires*, comparables aux *larmes bataviques* ;

(1) La seule donnée datée que j'ai fournie antérieurement était la présence d'un bloc de tectite trouvé au Prasar Trapéang Thual, près de Chéom Khsan (Cambodge), dans un dépôt consacré à la divinité du lieu, un linga de Çiva, et datant du VIIIe siècle de notre ère.

(2) Les pièces figurées les plus grosses atteignent le voisinage de 220 grammes (218 au Kouang-tchéou-wan, 215 au Pia Oac).

(3) Les gisements de tectites de Billiton se trouvent dans la moitié méridionale de l'île et particulièrement à l'Est et à l'Est-Sud-Est de Dendang, et encore à l'Ouest-Sud-Ouest de Gantoeng.

Elles sont englobées, avec fragments de quartz, dans une argile sableuse blanche, qui me paraît ressembler à celle de Hai-nan. Elles avoisinent les alluvions stannifères et se trouvent près de la surface.

j'ai pu les imiter dans le laboratoire en faisant soumettre un fragment irrégulier de tectite, suspendu à un fil de platine, à la température d'un four électrique : au voisinage de 1 200° C., le verre ramolli s'étire et tombe, d'abord lentement, ensuite brusquement, quand la température s'élève, sous la forme d'une larme, à extrémité renflée, faisant suite à une tige effilée. Comme dans les tectites naturelles, la viscosité du verre est soulignée par la texture de la pièce étirée et parfois comme fibreuse dans la direction de la chute.

Dans les *larmes* (Pl. I, fig. 2-*d* et *e*), le diamètre de la pièce croît régulièrement sans à-coups. Dans les *poires*, il n'en est pas ainsi, la tige grêle se renfle plus (Pl. I, fig. 3) ou moins (Pl. I. fig. 2-*f*, 4 à 6) brusquement pour donner naissance à une gibbosité ventrue. Très fréquemment, cette gibbosité est aplatie suivant un plan qui passe par l'axe d'allongement de la pièce (Pl. I, fig. 6). Ces poires sont parfois très régulières ; mais leur queue et plus rarement leur gibbosité aplatie peuvent être déformées par courbure dans un plan déterminé (Pl. I, fig. 1-*b*) ou même tordues.

Plus rarement, elles sont aplaties dans un plan perpendiculaire à leur allongement (déformation lors du choc avec le sol de la pièce encore plastique).

La queue de ces deux types de forme figurée est fragile, aussi en trouve-t-on de nombreux débris sous forme de *baguettes* cannelées (Pl. I, fig. 2-*a*, *b*, *c*).

L'examen optique de plaques épaisses des tectites montre qu'elles sont biréfringentes par trempe, et cette biréfringence met en évidence les mouvements internes désordonnés qui ont agité la matière avant sa consolidation. Cette trempe fait comprendre la signification des cassures si fréquentes délimitant tout ou partie de polyèdres à faces courbes, qui se coupent suivant des arêtes curvilignes (formes en cimier de casque ou bien pointements très obtus trièdres, tétraèdres, etc.) (Pl. II, fig. 5-*b*, *c*).

Les tectites du Pia Oac, qui sont de grandes dimensions et très homogènes, m'ont permis d'obtenir artificiellement à l'aide de coups de marteau convenablement dirigés, toutes ces variétés de cassures, avec des surfaces éclatantes (Pl. II, fig. 5-*a*).

Revenons aux formes figurées. On trouve parmi elles des *sphères* plus ou moins parfaites, Il est certain qu'elles ne sont pas toutes d'origine primaire. Il est possible, en effet, de les obtenir artificiellement en martelant d'une façon appropriée une pièce ayant une autre forme. Une fois obtenue une apparence à peu près globulaire, il est aisé de la régulariser à l'aide de coups de marteau qui déterminent soit des cassures polyédriques, soit des cassures conchoïdales emboîtées. Des sphères très régulières de ce genre ayant de grandes dimensions sont abondantes dans les alluvions récentes du Pia Oac, et là leur origine secondaire, leur production par choc, n'est guère douteuse.

Des pièces en forme de *disques* ne sont pas rares. Elles sont plus ou moins épaisses, tantôt à faces parallèles planes, tantôt à faces de caractère différent, l'une plane, l'autre concave à l'aspect de cuvette. Peut-être certains de ces disques sont-ils des sphères qui, lors de leur chute, ont été aplaties à leur contact avec le sol.

Souvent les corrosions de ces disques sont inégales sur les diverses parties de leur surface, profondes sur la plus grande portion de celle-ci, alors que des portions de leur tranche

sont limitées par des cassures récentes courbes, à surface lisse et terne ; dans bien des cas, il est possible de voir que la pièce n'est autre chose qu'une poire aplatie du type de la figure 6 de la planche I, qui a été régularisée par la disparition de la queue.

De même, dans bien des cas, les *bâtons* (fig. 1-*a*, Pl. I), variétés de larmes cylindriques ou en forme d'haltère, sont limités, en partie, par des surfaces corrodées, sans doute primordiales, et en partie par des surfaces lisses, qui ne sont autres que des cassures récentes en cimier, dont l'intersection est parallèle à l'axe de la pièce : ainsi leur allongement a été accentué.

Les blocs. — Enfin, par analogie avec ma nomenclature des matériaux de projection des volcans terrestres, je désigne sous le nom de *bloc* des fragments anguleux de verre ni étirés, ni aplatis, ressemblant à des fragments de roche brisée par une cause quelconque et, par suite, n'ayant aucune forme régulière. La cassure est conchoïdale et non plus en cimier comme pour les pièces à forme figurée ; l'examen optique montre que le verre est isotrope et non plus biréfringent par trempe.

Ce sont les pièces qui ont les plus grandes dimensions. Un échantillon de ce genre, que je dois à M. DÉTRIE, a été détaché d'un bloc mesurant $0^m,30 \times 0^m,20 \times$ (?) et pesant plusieurs kilogrammes. D'autres sont entiers et corrodés ; ils proviennent du Sud de Muong Nong. Il en a été aussi trouvé à Smach (630 grammes), à Attopeu. Un bloc recueilli à Samrong (S. E. de Kratié) par le général Mailles et celui de la cachette de Chéom Khsan ont une surface lisse et une forme arrondie.

D'une façon générale, les blocs résultent sans doute de l'éclatement de masses importantes de verre fondu, refroidi moins vite que les larmes, pièces de plus petites dimensions n'ayant pu, à cause de cela, prendre des formes régulières et subir une trempe.

Je n'y ai jamais observé de grosses bulles gazeuses, mais souvent une quantité considérable de très petites bulles microscopiques sphériques.

Les bulles gazeuses (Pl. II). — Les pièces à forme figurée, au contraire, renferment parfois des bulles gazeuses, pouvant avoir jusqu'à plusieurs centimètres de diamètre : ce cas n'est pas rare et particulièrement à Dalat, au Pia Oac, mais il est surtout fréquent à Tan-hai et dans le Kouang-tchéou-wan continental. Les bulles se trouvant dans la gibbosité des larmes et des poires sont parfaitement sphériques (fig. 3-*a*), lorsqu'elles n'ont pas été gênées dans leur développement par une bulle voisine (fig. 3-*d*, *g*). Dans quelques pièces, je les ai vues ellipsoïdales, avec grand axe orienté suivant l'allongement de la pièce (Pl. II, fig. 3-*b*) comme celle des larmes bataviques.

Il y a lieu de signaler quelques particularités. La figure 3-*f* de la planche II représente une bulle très régulière transformée en un court cylindre à fond plat ; elle a été mise au jour en brisant par le choc la pièce qui la renferme. La figure 4 de la planche II montre une protubérance allongée, se dressant sur l'une des parois d'une bulle ; elle permet de rectifier l'explication que j'ai donnée, en 1932, d'exemples de ce genre à surface très corrodée. En réalité, il s'agit là d'un trait de structure originel accentué par des corrosions secondaires dans les cas précédents, car j'ai trouvé un tel accident à l'intérieur d'une bulle de tectite du Pia Oac ouverte, comme la précédente, à l'aide d'un coup de marteau.

Les bulles gazeuses de la *queue* des larmes et des poires ne sont plus sphériques, mais

étirées comme le verre qui les renferme : je dois au général Mailles un fragment cylindrique de la queue d'une larme (Dalat) qui est traversé sur toute sa longueur par une cavité cylindrique semblable à celle d'un tuyau de pipe (Pl. I, fig. 2-*a*). Plus souvent, ces cavités tubulaires sont ouvertes longitudinalement et ainsi transformées en rigoles (fig. 2-*b*, *c*).

Il me reste à traiter des tectites en *plaques*, dépourvues de contours réguliers : elles sont très abondantes un peu partout. Elles me paraissent être des fragments de verre très fluide tombé en masse et fracturé au moment de la chute.

Ce verre présente souvent un étirement très net et, dans ce cas, les bulles qu'il renferme ont pris la forme de gouttières ou de tubes allongés et plus ou moins parallèles.

Dans d'autres cas, il n'y a pas eu étirement, mais aplatissement du verre plus fluide et plus riche en gaz que dans le cas précédent, avec déformation consécutive de bulles de très grandes dimensions (Pl. II, fig. 1) ; elles ont été ainsi transformées en cavités que limitent des plans plus ou moins parallèles et peu distants les uns des autres. La rupture de tels échantillons donne des lames peu épaisses, sonores sous le choc dont les plus grandes dimensions atteignent jusqu'à 10 centimètres ; elles sont particulièrement abondantes dans le Kouang-tchéou-wan.

Les fragments de tectites, à forme quelconque, de Séan-Tô (Hai-nan) renferment souvent non seulement des bulles à forme distincte, mais encore de petites ponctuations d'un blanc de lait, ne dépassant pas les dimensions d'une tête d'épingle : au premier abord, elles pourraient être prises pour des inclusions d'un minéral étranger, mais l'examen microscopique, sous diverses incidences, montre qu'il s'agit d'agglomération de très petites bulles gazeuses (Pl. IV, fig. 2), conduisant sur quelques dixièmes ou même centièmes de millimètre à une ébauche de texture ponceuse.

Les bulles gazeuses isolées qui les accompagnent, au lieu d'être sphériques, sont souvent allongées et étirées en pointes très aiguës (Pl. IV, fig. 1).

IV. — Sculptures par corrosion.

Il n'est plus nécessaire de discuter sur l'origine chimique des sculptures qui ornent la surface des tectites et n'ont rien à voir avec les bulles gazeuses dont il vient d'être question. J'ai réuni dans la planche III des exemples caractéristiques de ces sculptures pour le détail desquelles je renvoie à mon mémoire de 1932.

Les unes sont conditionnées par la fluidalité interne du verre et consistent en *cannelures* plus ou moins profondes, visibles sur les parties étirées des pièces de la planche I. C'est là le type le plus commun. Il est extrêmement fréquent dans les plaques à allongement distinct.

Je donne dans la planche III la représentation de cas très fréquents dans les fragments sans formes régulières de Hai-nan et plus rarement de Dalat. La figure 2 met en évidence une plissure en anticlinal, la figure 3, un étirement linéaire. Parfois, dans ce dernier cas, la corrosion a été si profonde que la pièce a pris l'aspect d'un livre entr'ouvert, et le sable, l'argile, où gisent les tectites, ont pénétré profondément entre les feuillets.

D'autres corrosions sont indépendantes de la texture interne. Elles donnent des *cupules*

hémisphériques ou hémi-ellipsoïdales, régulières quand elles sont clairsemées, coalescentes quand elles couvrent la totalité d'une surface (fig. 7). La continuité de la corrosion a fait naître des cupules secondaires à la surface des précédentes (fig. 5).

Un autre type de corrosion consiste en *gouttières* rarement *rectilignes* et à fond uniforme (fig. 1), le plus souvent *annelées* et *vermiformes* (fig. 8). Les gouttières vermiformes abondent dans les billitonites et les moldavites, mais jamais, en Indochine, elles ne sont aussi profondes que dans ces dernières, ou, pressées les unes contre les autres, et séparées de leurs voisines par des arêtes tranchantes qu'avec raison M. SUESS considère comme caractéristiques des moldavites ; mais c'est là une différence d'intensité et non de qualité.

En Indochine, ces gouttières sont souvent superposées aux cannelures de fibrosité. Je ne les ai jamais rencontrées dans une position plus ou moins équatoriale, si commune dans les billitonites cylindriques. La figure 4 est le seul exemple que j'ai rencontré (Tan-Hai) de gouttières vermiformes disposées dans deux directions rectangulaires sur une même plaque.

La figure 1 est la reproduction d'un cas, que j'ai vu plusieurs fois à Tan-Hai et au Pia Oac, de gouttières rectilignes, à disposition convergente, peut-être en relation avec un étoilement de choc.

Ces corrosions sont d'autant plus profondes que plus ancienne est la surface qui les porte. Leur début est sans doute très rapide, car on ne rencontre jamais de surfaces éclatantes comme celles obtenues artificiellement par le choc ; les cassures notoirement récentes sont toujours ternes, et l'examen à la loupe montre que cette perte d'éclat est due à la production de cupules hémisphériques microscopiques.

V. — Composition chimique.

L'un des arguments les plus forts que l'on puisse présenter en faveur d'une origine commune des tectites, indépendante de tout lien terrestre, est leur parenté chimique, quand on les considère, à un point de vue général, et quand on constate le peu de variations de leur composition à travers d'immenses espaces, ainsi que leur indépendance vis-à-vis de la composition du sol qui les supporte.

C'est pourquoi j'ai entrepris de rechercher les limites des variations chimiques existant entre les tectites des régions étudiées dans ce mémoire.

Aux quatre analyses publiées antérieurement, j'en ajoute dix-neuf nouvelles. Toutes ont été faites par M. RAOULT. Néanmoins, le plan que je me suis tracé étant incomplètement réalisé, je me contenterai pour l'instant de fournir ces premières données numériques déjà très parlantes par elles-mêmes, en me réservant de les discuter quand ma documentation sera complète.

Je signalerai que M. F. HEIDE a entrepris la recherche des traces d'éléments existant dans quelques échantillons que je lui ai communiqués et qui lui ont fourni déjà des renseignements intéressants concernant le chrome et le nickel.

1. TONKIN. — Beausite (Pia Oac) .... (I) II.3.3.3.
2. TONKIN. — Dong Van .... (I) II.3.3 (4).3.
3. SIAM. — Roi Eit .... (I) II.3.3.3'.
4. LAOS. — Sud de Muong Nong (Bloc) .... (I) II.3.3.3.
5. LAOS. — Attopeu (Bloc) .... (I) II.3.3.3.

	1	2	3	4	5
SiO^2	72,12	73,14	73,74	72,48	70,40
Al^2O^3	12,88	12,48	12,71	12,84	13,65
Fe^2O^3	»	»	»	»	0,17
FeO	4,99	4,88	4,78	4,59	5,13
MnO	0,13	0,16	0,10	0,11	0,15
MgO	2,04	2,12	1,39	2,16	1,94
CaO	3,14	3,34	2,52	2,78	3,00
Na^2O	1,45	1,29	1,92	1,73	1,57
K^2O	2,28	1,84	2,20	2,63	2,72
TiO^2	1,00	0,95	0,84	1,01	1,03
H^2O +	tr.	0,21	»	0,14	»
H^2O —	0,04	0,09	0,26	0,05	0,16
	100,07	100,50	100,46	100,52	99,92
SiO^2 libre	41,94	44,88	43,32	39,96	38,10
Or	13,34	10,56	12,79	15,57	16,12
Ab	12,05	11,00	16,24	14,67	13,10
An	15,57	16,68	12,51	13,90	15,01
Al^2O^3 libre	2,35	2,35	2,65	1,94	2,65
$MgSiO^3$	5,10	5,30	3,50	5,40	4,80
$FeSiO^3$	7,66	7,66	7,66	6,86	7,66
Ma	»	»	»	»	0,23
Ilm	1,98	1,82	1,52	1,98	1,98
An p. 100	56	60	43	48	53
$\frac{Or}{plag.}$	0,48	0,38	0,4	0,5	0,6
Σb	14,7	14,8	12,7	14,2	14,7
Densité	2,432	2,429	»	1,429	2,440
N (Na)	1,5089	1,5076	»	1,5089	1,5120

6. CAMBODGE. — Schmach (Bloc) .... I (II).(2) 3.2(3). 3.
7. CAMBODGE. — Samrong, S. E. Kratié (Bloc) .... (I) II.'3.2'.3.
8. CAMBODGE. — Khum de Varin .... 'II.'3.3.'3.
9. CAMBODGE. — Près Kratié (kilomètre 135,5 de la route coloniale)...... (I) II.3.'3.3'.
10. CAMBODGE. — Aur-Roum-Hak .... (I) II.3.3.3.
11. CAMBODGE. — Schmach .... (I) II.3.'3.3.
12. CAMBODGE. — Prey-Chrok-Bal-Rollous .... 'II.3.3.3

	6	7	8	9	10	11	12
SiO^2	76,64	74,56	73,48	72,62	72,22	72,08	72,00
Al^2O^3	11,36	12,60	12,50	12,20	12,55	13,21	12,41
Fe^2O^3	0,06	»	»	»	»	0,37	»
FeO	4,39	4 98	5,28	5,19	5,28	4,47	5,47
MnO	0,10	0,12	0,10	0,11	0,11	0,13	0,11
MgO	1,29	1,22	2,26	2,20	2,16	1,92	2,30
CaO	1,48	1,34	2,06	2,28	2,72	2,42	2,74
Na^2O	1,56	1,81	1,05	2,00	1,63	1,61	1,74
K^2O	2,30	2,21	2,32	2,17	2,36	2,80	2,47
TiO^2	0,99	0,88	1,01	0,94	1,01	0,78	0,94
H^2O +	0,22	»	»	»	»	0,13	»
H^2O —	»	0,14	0,05	0,17	0,06	0,13	0,06
	100,39	99,87 (1)	100,11	99,89 (2)	100,10	100,05	100,24
SiO^2 libre	50,88	47,52	47,22	40,92	41,16	40,80	39,36
Or	13,34	12,79	13,34	12,79	13,90	16,68	15,01
Ab.	13,10	15,20	8,91	16,77	13,62	13,62	14,15
An.	7,51	6,67	10,29	11,40	13,34	11,95	13,62
Al^2O^3 libre	3,67	4,90	4,59	2,45	2,45	3,06	1,94
$MgSiO^3$	3,20	3,10	5,60	5,50	5,40	4,80	5,70
$FeSiO^3$	6,47	7,79	8,18	8,05	8,18	6,73	8,58
Ma.	»	»	»	»	»	0,70	»
Ilm.	1,98	1,67	1,98	1,82	1,98	1,52	1,82
An p. 100	36	31	53	44	49	46	49
$\frac{Or.}{Pl.}$	0,6	0,4	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5
Σb.	11,7	12,6	15,8	15,4	15,6	13,7	16,1
Densité	2,413	2,404	»	2,421	»	2,422	»
N (Na)	1,4972	1,4986	»	1,5042	1,5063	»	

(1) Cr^2O^3 — 0.01.
(2) Cr^2O^3 — 0.01.

13. ANNAM. — Lang Bian (Dalat) .... 'II.'3.3.2 (3).
14. ANNAM. — Dalat (disque) .... 'II.3.3.3.
15. ANNAM. — Dalat (plaque allongée) .... 'II.3.3.3.
16. ANNAM. — Dalat .... 'II.3.3.'3.
17. ANNAM. — Dan-Kia .... (1) II.3.3.3.

	13	14	15	16	17
SiO^2	73,74	73,30	72,78	72,62	72,26
Al^2O^3	12,35	11,98	12,20	12,12	13,18
Fe^2O^3	»	»	»	»	»
FeO	5,63	5,19	5,33	5,55	5,32
MnO	0,10	0,32	0,12	0,14	0,10
MgO	2,44	2,44	2,30	2,32	2,15
CaO	2,02	2,28	2,52	2,44	2,42
Na^2O	0,90	1,64	1,69	1,20	1,43
K^2O	2,38	2,25	2,09	2,38	2,15
TiO^2	0,96	0,99	0,90	0,99	0,99
H^2O +	»	0,12	»	0,18	0,14
H^2O —	»	0,14	0,07	0,07	0,06
	100,52	100,46 (1)	100,03 (2)	100,01	100,20
SiO^2 libre	46,98	43,32	42,42	43,80	43,56
Or	14,46	12,79	12,23	14,46	12,79
Ab	7,86	13,62	14,15	9,96	12,05
An	10,01	11,40	12,51	11,95	11,95
Al^2O^3 libre	4,49	2,86	2,65	3,16	4,08
$MgSiO^3$	6,10	6,10	5,80	5,80	5,40
$FeSiO^3$	8,84	8,32	8,45	8,71	8,18
Ilm	1,82	1,98	1,67	1,98	1,98
An p. 100	56	45	47	54	49
$\frac{Or.}{Pl.}$	0,8	0,5	0,5	0,66	0,5
Σb.	16,8	16,3	15,9	16,5	15,6
Densité	»	2,429	2,414	»	2,440
N (Na)	»	1,5058	1,5053	»	1,5133

(1) Cr^2O^3 — 0.01.
(2) Cr^2O^3 — 0.03. Le chrome n'a pas été recherché dans les autres échantillons.

18. KOUANG-TCHÉOU-WAN. — Potao .... (I) II.3.3.2 (3).
19. KOUANG-TCHÉOU-WAN. — Tan-Hai .... (I) II.'3.3.(2) 3.
20. KOUANG-TCHÉOU-WAN. — Tan-Hai .... (I) II.3.3'.3.
21. HAI-NAN. — Séan-Tô .... (I) II.3.3.'3.
22. HAI-NAN. — Séan-Tô .... (I) II.'3.3.'3.
23. HAI-NAN. — Sim-San .... (I) II.'3.3. (2) 3.

	18	19	20	21	22	23
SiO^2	74,56	73,96	70,58	74,82	74,60	74,14
Al^2O^3	12,34	12,16	13,23	11,62	11,59	12,73
Fe^2O^3	»	»	0,10	»	»	»
FeO	4,66	5,45	5,08	4,58	4,88	4,93
MnO	0,10	0,13	0,13	0,12	0,15	0,11
MgO	1,82	1,83	1,92	1,90	1,87	1,78
CaO	2,40	2,28	3,92	2,44	2,76	2,24
Na^2O	0,92	1,06	1,43	1,25	1,11	1,03
K^2O	2,47	2,51	2,59	2,51	2,32	2,41
TiO^2	0,92	0,98	0,99	0,98	0,95	0,90
H^2O +	0,07	tr.	0,20	0,08	0,09	0,08
H^2O —	»	0,11	»	0,08	0,04	»
	100,26	100,47	100,17	100,38	100,36	100,35
SiO^2 libre	48,30	46,62	37,38	46,68	47,28	47,70
Or	15,01	15,01	15,57	15,01	13,34	14,46
Ab	7,86	8,91	12,05	10,48	9,43	8,91
An	11,95	11,40	19,46	12,23	13,62	11,12
Al^2O^3 libre	3,67	3,57	0,82	2,35	2,35	4,28
$MgSiO^3$	4,50	4,60	4,80	4,70	4,70	4,50
$FeSiO^3$	7,26	8,45	7,79	6,86	7,66	7,66
Ma	»	»	0,23	»	»	»
Ilm	1,67	1,98	1,98	1,98	1,82	1,67
An p. 100	60	56	61	54	58	55
$\frac{Or.}{Pl.}$	0,76	0,79	0,5	0,66	0,58	0,7
Σb	13,4	15,0	14,8	13,5	14,2	13,8
Densité	2,419	»	2,445	»	»	2,419
N (Na)	1,5045	»	»	»	»	1,5035 env

En terminant, je remercie tous ceux qui m'ont fourni la documentation nouvelle étudiée dans ce mémoire et en particulier, le général Mailles et MM. Brard, Bréal, Cuisinier, Détrie, Esserteau, Fromaget, Hoffet, Saurin, Desrioux, Patte, Poilane.

II

DÉCOUVERTE DE TECTITES A LA CÔTE D'IVOIRE

Sir Edgeworth DAVID, H. S. SUMMERS et G. A. AMPT ont fait remarquer (1), en 1927, que les régions alors connues comme renfermant des gisements de *tectites* sont alignées sur le grand cercle terrestre, représenté sur la carte ci-jointe, ou distribués à 10° environ de part et d'autre de celui-ci. Ils en ont conclu que, dans l'hypothèse d'une origine cosmique, les tectites qu'elles possèdent ont dû être semées par un météore faisant le tour de la Terre suivant une trajectoire correspondant à ce grand cercle.

Je me suis servi de cette suggestion comme hypothèse de travail dans mes Mémoires sur les tectites de l'Indochine. Les gisements de cette vaste région, ainsi que ceux de Hai-nan, rentrent dans ce schéma ; quant à ceux des Philippines, ils élargissent vers le Nord-Est cette zone de distribution.

J'ai fait toutefois remarquer (2) que, pour intéressante que soit cette suggestion, afin de lui donner la valeur d'une démonstration, il faudrait prouver qu'il y a eu synchronisme dans la chute de toutes les tectites de tous les gisements ; or, si elles se trouvent partout dans des conditions géologiques comparables, jusqu'alors (1932), l'âge absolu des alluvions qui les renferment n'avait pu être déterminé. Il n'est donc pas certain qu'elles soient toutes du même âge, que toutes résultent d'une seule et même chute.

La solution de ce problème, concernant un ou plusieurs événements *cosmiques*, se résume donc dans une question de stratigraphie *terrestre*.

On vient de voir qu'une semblable démonstration n'a pu être faite jusqu'ici que partiellement en Indochine, les alluvions qui renferment les tectites étant dépourvues de fossiles, mais elle vient d'être effectuée par M. Robert JANOSCHEK (3) pour les couches à moldavites de Moravie. Il a montré que, conformément à une idée ancienne de M. Franz E. SUESS, ces couches sont les restes, épargnés par l'érosion, d'une couverture autrefois très étendue de sédiments clastiques à *Oconphora socialis*, d'âge *helvétien*; les moldavites les caractérisent à la façon de fossiles. Il faut donc en conclure que la chute des moldavites a été séparée par un laps de temps considérable de celle des tectites indochinoises, indomalaises et australiennes, qui sont plus récentes, et, comme on l'a vu plus haut, *quaternaires*, au moins pour l'Indochine.

(1) The Tasmanian Tektite-Darwin Glass [*Proceed. Royal Soc. Victoria* (N.-S.), t. XXXIX, part. II, 1927, p. 167].

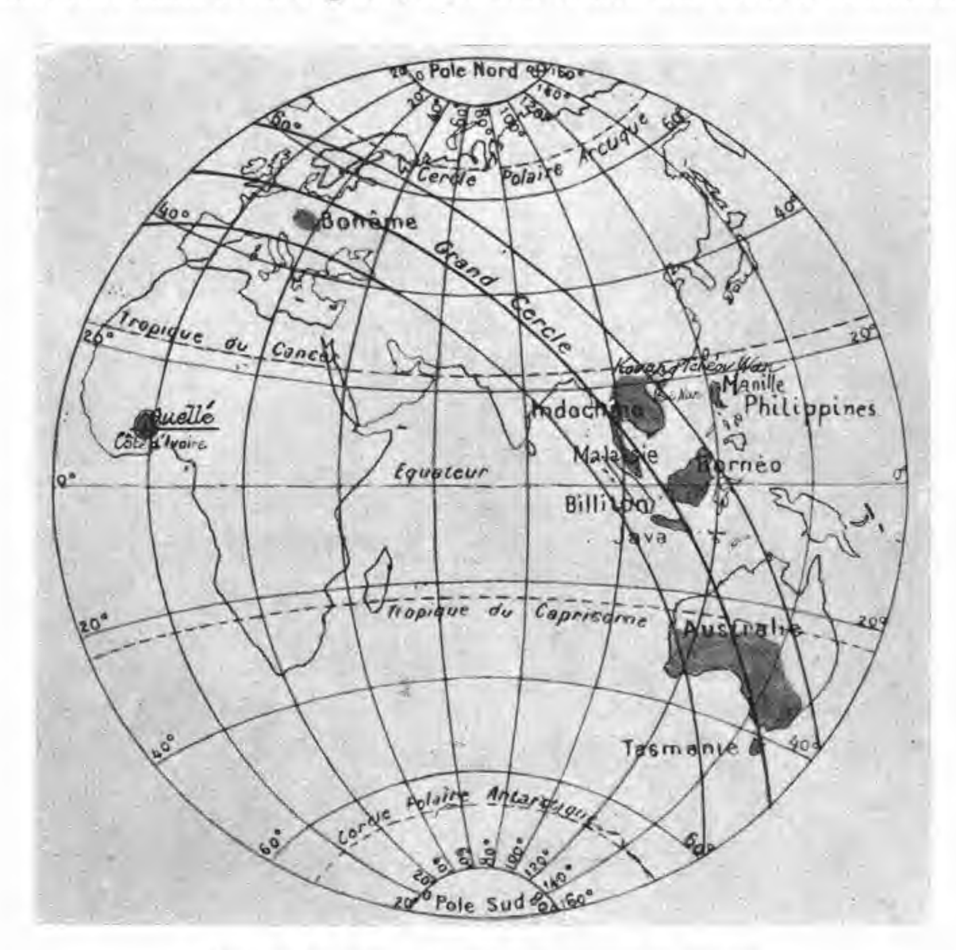
(2) *Op. cit.*, 1932, p. 228.

(3) Das Alter der Moldavitschotter in Mähren (*Akad. Wissensch. Wien. Mathem. Naturw. Klasse, Akad. Anzeiger,* n° 17, 28 juin 1934).

Des notions d'un autre ordre viennent d'être apportées par la découverte de gisements nouveaux de tectites, car ils ne rentrent pas dans le schéma géographique précité. Ils se trouvent, en effet, en Afrique occidentale française. Au début de l'an dernier, un administrateur colonial, M. F. Blanchet, m'a remis plusieurs échantillons recueillis par lui dans le cercle de la Côte d'Ivoire qu'il commandait.

Ils provenaient du village Akakoumoékrou, situé au bord de la Comoé, sur la route reliant Dimbrokro à Boudoukou (subdivision de Ouellé, cercle de N'Zicomoé).

M. le gouverneur Reste, ayant bien voulu s'intéresser à la question, a ordonné des recherches nouvelles dans cette région ; elles ont fourni une série d'échantillons provenant



Distribution géographique des gisements de tectites.

non plus du Nord-Est d'Ouellé comme les précédents, mais des alentours de ce poste (Bayassou, Kodi) ou plus au Sud (Amoroki, Kongoti, à 20 kilomètres ; Daoukro, à 30 kilomètres ; Anoumbo, à 26 kilomètres ; Gagou, à 31 kilomètres), et au Sud-Ouest (Dékikro, 26 kilomètres ; Agni-Assikasso, à 30 kilomètres).

Tous ces gisements sont situés autour de Ouellé, dans un rayon d'une quarantaine de kilomètres ; la région, dépourvue de volcanisme récent, est formée par des schistes cristallins et des granites. Les tectites y sont très clairsemées au milieu d'alluvions quartzeuses, à une profondeur n'excédant pas un mètre. Ces alluvions sont aurifères et exploitées comme telles par des indigènes.

Les échantillons que j'ai examinés, et dont le plus gros pèse 79 grammes, sont sphériques, ovoïdes ou plus ou moins aplatis. Leur surface est, comme celle des tectites d'Indochine, creusée de cupules hémisphériques de corrosion, portant, dès qu'elles sont un peu grosses, des cupules de même forme, mais plus petites.

Le plus volumineux des échantillons étudiés présente une particularité qui n'était connue jusqu'ici que dans certaines billitonites de Billiton. Il s'agit d'une large cupule *en nombril* (1). Sa rainure est couverte de petites cupules hémisphériques et son piton central de figures de corrosion allongées parallèlement à sa génératrice.

Le verre constituant ces tectites est noir et exceptionnellement assez transparent sous une faible épaisseur, avec une teinte brunâtre. Dépourvu de tout cristallite, il contient fréquemment de petites bulles gazeuses parfaitement sphériques. Un échantillon pesant une dizaine de grammes et moins dense que la moyenne des autres échantillons (analyse 26) a été brisé d'un coup de marteau, avec production d'une sorte de petite explosion. Il renfermait une bulle centrale unique de un centimètre de diamètre. C'était, en petit, la reproduction de la structure et du phénomène signalés jadis, par Damour, sur une grosse sphère de tectite de Malaisie.

Je donne ci-dessous l'analyse chimique (M. Raoult) de trois échantillons de ces nouvelles tectites.

24. Akakoumoékrou .... II.3.3.3.
25. Près Ouellé .... II.3.2. (3) 4.
26. Akakoumoékrou (Échantillon à grosse bulle)........................ 'II.3.3.4.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MnO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	H^2O +	H^2O —		Total.
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—
24......	68,00	16,46	»	6,08	0,09	3,38	2,00	1,45	1,84	0,80	0,13	0,14	=	100,37
25......	68,60	15,80	0,18	6,46	0,06	2,88	1,40	2,35	1,92	0,80	—	—	=	100.45
26......	76,56	11,54	0,17	3,99	0,08	3,60	1,62	1,32	0,82	0,60	0,22	0,07	=	100,59

	SiO^2 libre.	Al^2O^3 libre.	An. p. 100.	$\frac{Or}{plag.}$	Σb.	Densité.	N (Na).
	—	—	—	—	—	—	—
24..	38,94	8,57	45	0,48	19,95	2,465	1 5178
25..	35,58	7,34	25	0,39	19,51	2,487	1 5146
26..	54,00	5,51	42	0,2	16,79	2,4	1 4991

Les caractéristiques chimico-minéralogiques générales sont celles des tectites de l'ensemble des régions antérieurement connues qui oscillent autour de I (II).3.3.3, avec 2 (3) comme limite extrême du dernier paramètre et II.3 comme valeur minimum de Σb, mais avec des particularités spéciales. Dans les analyses 24 et 25, la teneur en silice totale est un peu faible, alors qu'elle est exceptionnellement élevée dans 26, par rapport à la plupart des tectites indochinoises, mais identique à celle de l'analyse 6.

La teneur en alumine totale de 24 et 25 est plus élevée que celle qui est habituelle, et la quantité d'alumine libre virtuelle est aussi plus grande ; il en est de même pour la proportion de fer et de magnésie. A l'inverse de ce qui a lieu d'ordinaire, la magnésie est plus abondante que la chaux. Enfin et surtout si dans l'analyse 24 la teneur en potasse est

(1) Cf. figures 15 et 16, page 177, de mon mémoire de 1932.

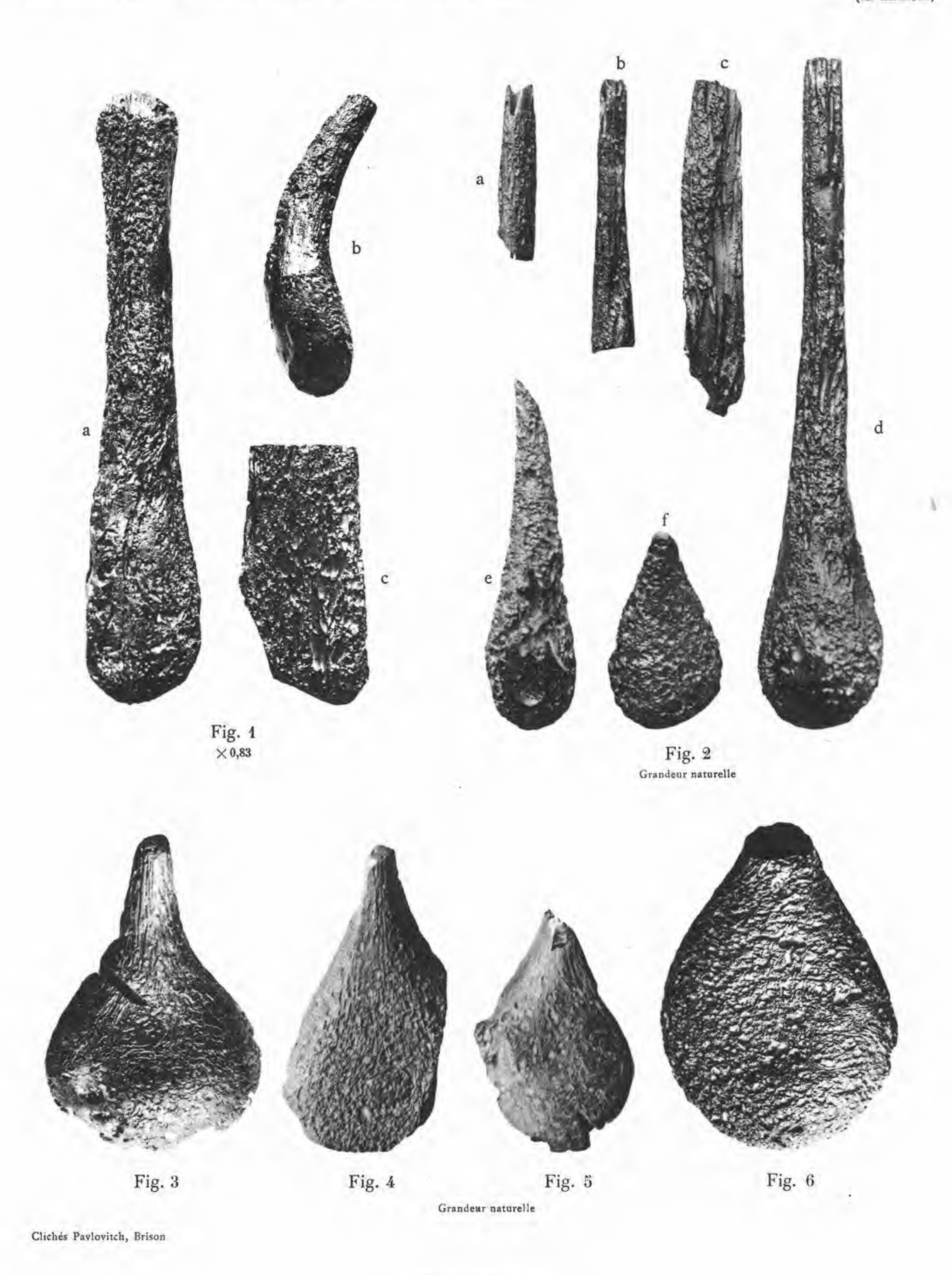


Fig. 1
× 0,83

Fig. 2
Grandeur naturelle

Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5 Fig. 6

Grandeur naturelle

Clichés Pavlovitch, Brison

Tectites d'Indochine.

IMP. H. BIENAIMÉ - ASNIÈRES

Source : MNHN, Paris

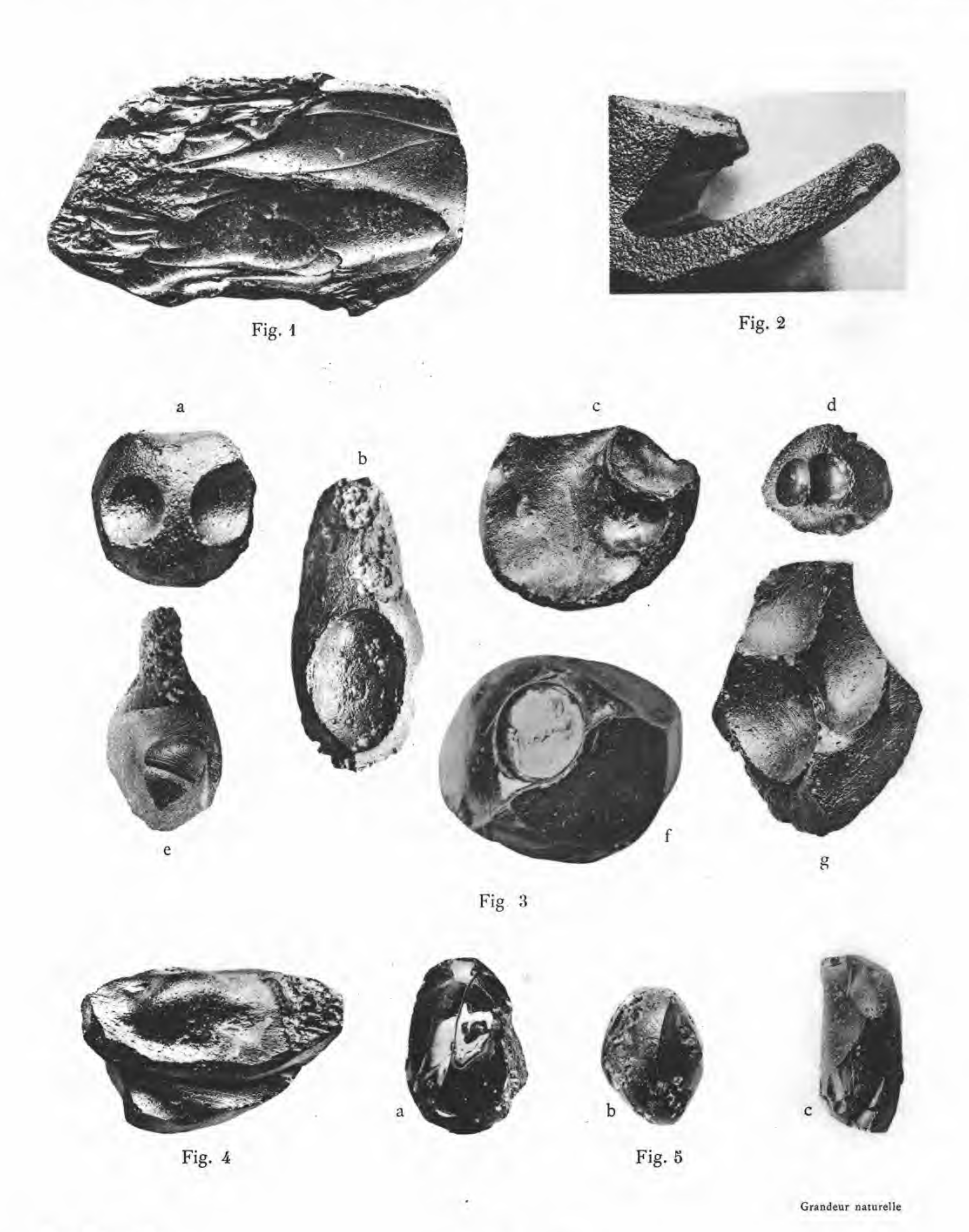


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5

Grandeur naturelle

Clichés Pavlovitch, Brison

Tectites d'Indochine
(Bulles gazeuses)

IMP. H. BIENAIMÉ - ASNIÈRES

Source : MNHN, Paris

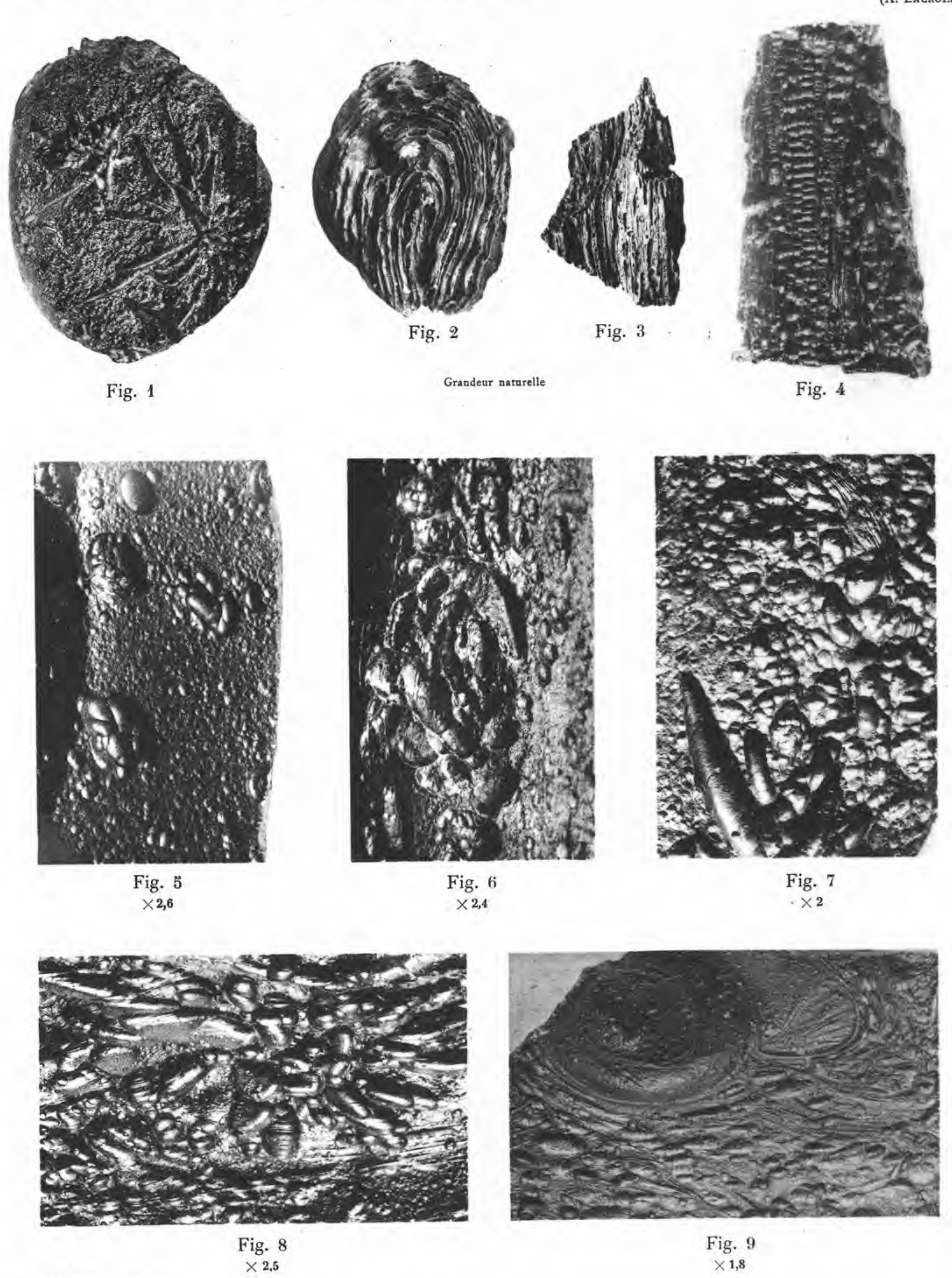


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4

Grandeur naturelle

Fig. 5 ×2,6 Fig. 6 ×2,4 Fig. 7 ×2

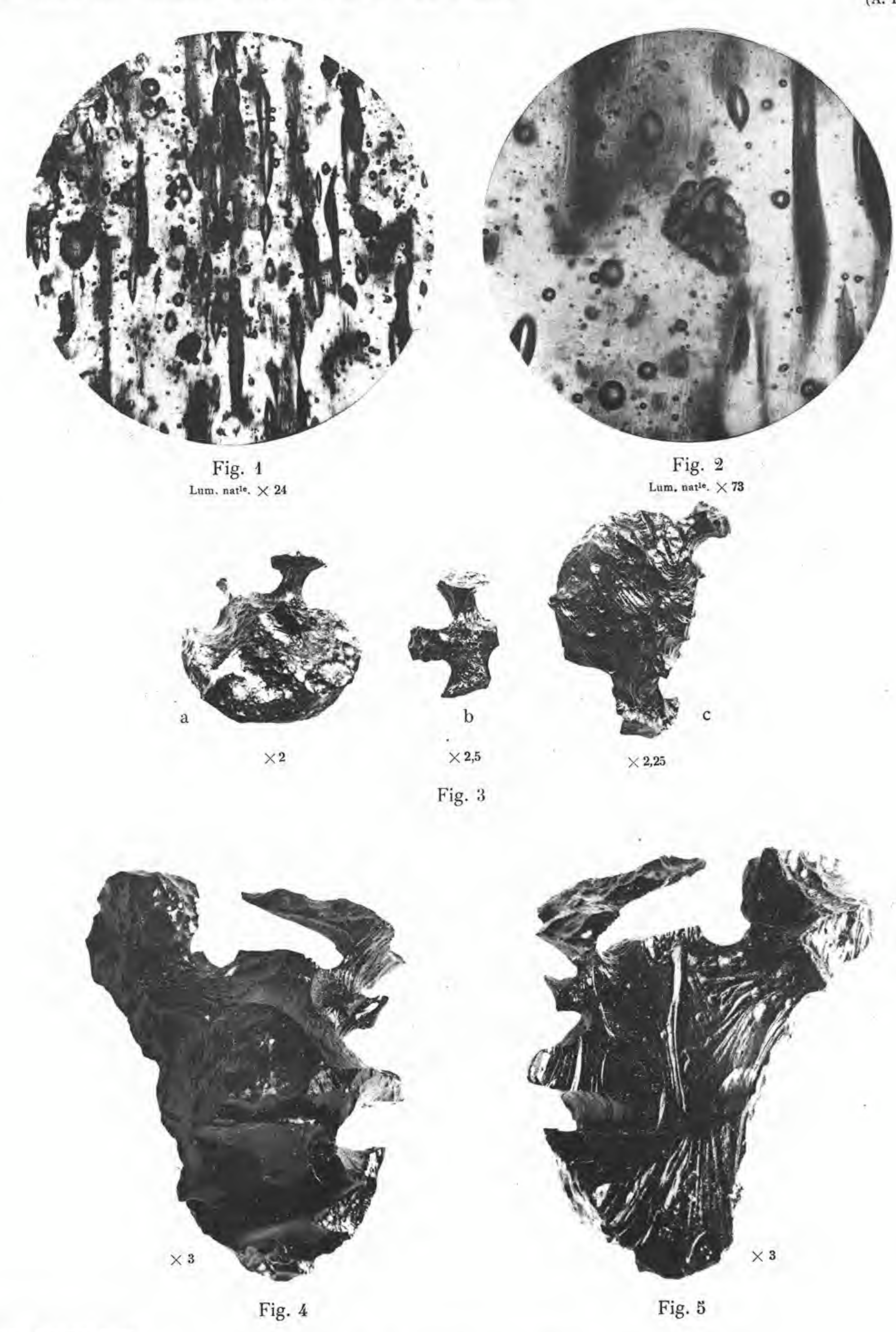
Fig. 8 ×2,5 Fig. 9 ×1,8

Clichés Pavlovitch, Brison

Tectites d'Indochine
(Corrosions)

IMP. H. BIENAIMÉ - ASNIÈRES

Source : MNHN, Paris



Clichés Pavlovitch, Brison

Tectites de Hai-nan et de Billiton.

IMP. H. BIENAIMÉ - ASNIÈRES

supérieure à celle en soude, comme dans toutes les tectites étudiées jusqu'ici, l'inverse a lieu dans les deux autres analyses. Il en résulte que le quatrième paramètre varie plus dans ces trois échantillons analysés que dans l'ensemble des tectites des divers centres décrits jusqu'ici ; enfin, tandis que dans ces dernières le rapport des feldspaths virtuels est généralement *monzonitique*, il est ici *dioritique*.

La signification de ces différences gagnera à n'être discutée que lorsque des documents plus nombreux auront été réunis. Il est probable que, comme cela a eu lieu en Indochine, une fois ces premiers gisements découverts, il en sera trouvé d'autres. Il est vrai qu'à la Côte d'Ivoire l'épaisseur de la couverture forestière ne facilitera pas les recherches.

Notons que, comme dans toutes les régions à tectites dont je me suis occupé jusqu'ici, la présence de ces petits fragments de verre n'avait pas échappé aux indigènes. Le folklore du pays devait donc être interrogé, même s'il ne devait pas nous apporter de notions utilisables.

Dans la langue baoulé, les tectites sont désignées sous le nom d'*agna*. Tandis qu'en Extrême-Orient les indigènes leur attachent une idée astrale (*pierres*, *boules de lune*, *excréments d'étoile*, *crottes du diable*, etc.), les Baoulés leur attribuent une signification plus terre à terre ; orpailleurs, ils les considèrent du point de vue de leur intérêt immédiat. La présence de ces produits, aussi rares que l'or qu'ils cherchent, est pour eux l'indice de la richesse en métal jaune. Ils prétendent qu'à leur vue une angoisse saisit le mineur, comme s'il s'en échappait quelque effluve délétère. Certains en seraient morts, assurent-il !

Et voilà pourquoi ils recueillent avec soin, pour les conserver dans leurs cases, ces petites pierres noires si précieuses à leurs yeux, et c'est grâce à cette circonstance que nous avons pu les étudier.

Origine des échantillons figurés dans les planches

	PLANCHE I	PLANCHE II	PLANCHE III	PLANCHE IV
Dalat	Fig. 1, 2, 4, 5, 6.	Fig. 3-*e*.		
Pia Oac..............		Fig. 3-*f*.		
Kouang-tchéou-wan...	Fig. 3.	Fig. 1, 2, 3-*a*, *b*, *c*, *d*, *g*, 4, 5.	Fig. 1, 5, 6, 7, 8, 9.	
Hai-nan			Fig. 2, 3, 4.	Fig. 1, 2.
Billiton				Fig. 3, 4, 5.

L'éclat des minéraux et la mesure de leurs pouvoirs réflecteurs au moyen du microscope photoélectrique

Par M. J. ORCEL,
Docteur ès sciences, sous-directeur du Laboratoire de Minéralogie.

Parmi les caractères extérieurs des minéraux, l'éclat est un de ceux qui attirent le plus l'attention de l'observateur le moins averti. Pour certains d'entre eux, il l'emporte nettement en importance sur la couleur. Et cependant on n'attribuait jusqu'à présent à cette propriété qu'une valeur qualitative. En effet, l'éclat correspond à l'impression visuelle que l'on ressent en dirigeant vers soi la lumière réfléchie par la surface naturelle ou la cassure d'un minéral ; si l'on essaie d'analyser cette impression, on s'aperçoit qu'elle est de nature très complexe et qu'il n'est pas aisé de la définir rigoureusement. Nous verrons, dans la suite de cet exposé, comment on peut lui donner une base précise dans la notion de pouvoir réflecteur et comment l'on parvient ainsi à débrouiller en grande partie sa complexité apparente. Ici, comme dans d'autres domaines, la pensée de lord KELVIN trouve son application immédiate : « Si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez, et l'exprimer par un nombre, vous savez quelque chose de votre sujet. »

I. — Histoire de la notion d'éclat.

Les anciens minéralogistes attachaient une grande importance à la notion d'éclat dans la description des caractères extérieurs des minéraux. Indépendamment de la couleur, ils distinguaient deux effets dans l'éclat (1) : son intensité et sa nature. Considéré par rapport

(1) HAÜY, Traité de minéralogie, 2e éd., 1822, p. 156-158. — WERNER, Letzte Mineralsystem, 1817. — MOHS (F.), Treatise on Mineralogy, vol. I, p. 277-284, Edinburgh, 1825. — BEUDANT, Traité de minéralogie, 2e éd., 1830, p. 281. — BREITHAUPT, *Handb. d. Miner.*, t. I, p. 37-43, 1836.

à son intensité, ils le désignaient par les mots de très vif, vif, médiocrement vif, subluisant, brillant ou tremblotant, terne. Relativement à sa nature (ou à ses qualités), l'éclat était appelé ordinaire (ou vitreux), adamantin, gras, nacré ou perlé, soyeux, métalloïde, submétalloïde, demi-métallique, métallique.

Ce dernier effet, qui dépend de la nature du corps et de sa texture, varie considérablement d'un corps à l'autre. BEUDANT remarquait qu'on pouvait l'isoler du premier en plaçant le minéral de telle manière que la lumière réfléchie régulièrement à sa surface ne puisse parvenir à l'œil. La plupart des qualificatifs de l'éclat sont encore employés aujourd'hui.

Quant à la couleur, la liaison qui existe entre cette impression et celle d'éclat avait été indiquée par HAÜY puis par MOHS. HAÜY comparait « les diverses teintes qu'un même minéral est susceptible de présenter aux différents sons que rend un instrument de musique, et l'éclat au timbre ou à la qualité du son, qui est mâle, ou perçant, ou gracieux ou velouté, suivant l'espèce d'instrument que l'on touche, quel que soit d'ailleurs le ton ou quelle que soit la phrase musicale qu'il fait entendre. »

D'autre part, MOHS et BREITHAUPT insistaient sur l'invariabilité des diverses colorations dans la cassure fraîche des minéraux doués de l'éclat métallique et faisaient remarquer que, pour ceux-ci, les notions d'éclat et de couleur étaient inséparables. Cependant la plupart des anciens minéralogistes n'envisageaient dans l'éclat qu'un effet global produit par la masse du minéral telle qu'elle se présente à la vue ; ils confondaient dans la même notion l'éclat des agrégats de cristaux et celui des faces cristallines planes ; et, pour ces dernières, ils n'ont pas tenu compte tout d'abord de leur orientation dans le réseau cristallin, ni du degré d'homogénéité de celui-ci. Aussi étaient-ils quelque peu embarrassés quand des éclats différents apparaissaient dans le même minéral. C'est pourquoi, dans son *Traité de Minéralogie*, HAÜY prévenait le lecteur qu'il citera seulement l'éclat « parmi les caractères spécifiques de certaines espèces où il conserve assez généralement la même qualité dans les divers individus ».

Ce furent BREITHAUPT et surtout HAIDINGER (1) qui précisèrent le plus à ce point de vue la notion d'éclat. BREITHAUPT entrevit l'influence de l'orientation et du poli et montra que l'éclat nacré d'une face d'un minéral transparent n'était pas la réflexion pure de la face, mais le résultat de réflexions sur un grand nombre de lamelles excessivement minces superposées. Il fit une remarque analogue pour les minéraux à éclat soyeux qui doivent cet aspect à leur texture fibreuse.

HAIDINGER fit observer que l'intensité de l'éclat sur une face cristalline dépendait de son degré de perfection et que la nature de l'éclat était en rapport avec les particularités des phénomènes de réflexion ou de polarisation dues à la substance elle-même. Les faces cristallines polies ne montrent que trois sortes d'éclat : vitreux, adamantin et métallique, tandis que l'éclat gras ou nacré ne se rencontre pas parmi les faces parfaitement polies des cristaux homogènes. L'éclat gras est toujours lié à une plus faible transparence ; il participe de l'éclat vitreux et de l'éclat adamantin.

(1) HAIDINGER, *Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd. IV, 1848, p. 137.

HAIDINGER montra enfin que la nature de l'éclat était fonction du pouvoir réfringent du minéral ; par suite, les corps faiblement réfringents possèdent l'éclat vitreux ; ceux fortement réfringents, l'éclat adamantin, enfin ceux doués d'une très forte réfringence, l'éclat métallique. Bien que le mot ne soit pas employé par HAIDINGER, on voit nettement apparaître dans ses intéressantes remarques la notion de pouvoir réflecteur d'une face cristalline d'orientation déterminée, et sa liaison avec celle d'indice de réfraction.

L'importance prise à juste titre par cette dernière notion, qui permet de baser sur des données numériques précises la détermination des minéraux transparents monoréfringents ou biréfringents, a fait négliger l'étude directe de l'éclat des minéraux, mais il a été nécessaire d'y revenir lorsqu'on a entrepris d'examiner au microscope, en lumière réfléchie et sur des sections polies, les minéraux opaques entrant dans la constitution des minerais métalliques. Le pouvoir réflecteur est en effet, dans ce cas, la seule propriété optique directement accessible à la mesure. Nous voulons montrer ici comment on y parvient actuellement et combien sont importantes pour la détermination des espèces minérales opaques les données numériques obtenues, bien que celles-ci ne présentent peut-être pas encore un degré de précision suffisant au point de vue purement physique.

Cependant, si la définition de l'éclat est relativement aisée dans le cas envisagé d'une surface plane polie, on se heurte à de sérieuses difficultés pour définir avec précision l'éclat dans toute la généralité recherchée par les anciens minéralogistes, c'est-à-dire dans le cas des agrégats de cristaux ou des cassures irrégulières. Il faut faire intervenir alors, outre la notion de pouvoir réflecteur sous différentes incidences, celle de pouvoir diffusif des surfaces rugueuses. L'étude de cette dernière propriété, que nous n'aborderons pas ici, peut être commencée en utilisant des surfaces planes constituées par des poudres impalpables de minéraux. Les observations qualitatives effectuées jusqu'à présent dans cette voie sont intéressantes (1) et méritent d'être précisées par des mesures.

II. — Pouvoir réflecteur d'un minéral sous l'incidence normale.

1° EXPOSÉ DES PHÉNOMÈNES OBSERVÉS ; MINÉRAUX TRANSPARENTS.

Avant d'aborder la description du dispositif expérimental que nous utilisons pour la mesure du pouvoir réflecteur des minéraux, il nous paraît nécessaire de résumer brièvement les conséquences que l'on peut déduire de la connaissance de cette grandeur au point de vue minéralogique.

Définition du pouvoir réflecteur. — Le pouvoir réflecteur d'une surface plane polie d'un minéral est le rapport entre l'intensité du faisceau lumineux réfléchi I_r par cette surface et celle du faisceau incident I_0. Il dépend de l'indice de réfraction n et de l'indice d'absorption $\varkappa$ du minéral. Il s'exprime, pour l'incidence normale, la seule à envisager pratiquement dans le cas de l'examen microscopique, par la relation :

(1) Cf. ARSANDAUX (H.), Observations sur la couleur des minéraux à éclat métallique (*Bull. Soc. franç. min.*, t. LVII, 1934, p. 211-219).

(1) $$R = \frac{I}{I_0} = \frac{(n-1)^2 + n^2\varkappa^2}{(n+1)^2 + n^2\varkappa^2}.$$

Les courbes représentant les variations de cette fonction ont été tracées par F. E. Wright (**34**) (fig. 1).

La plupart des minéraux sont optiquement anisotropes ; leurs propriétés optiques ne sont pas les mêmes suivant toutes les directions que l'on peut envisager dans leur réseau cristallin; leur pouvoir réflecteur variera donc avec les divers azimuts de la section polie

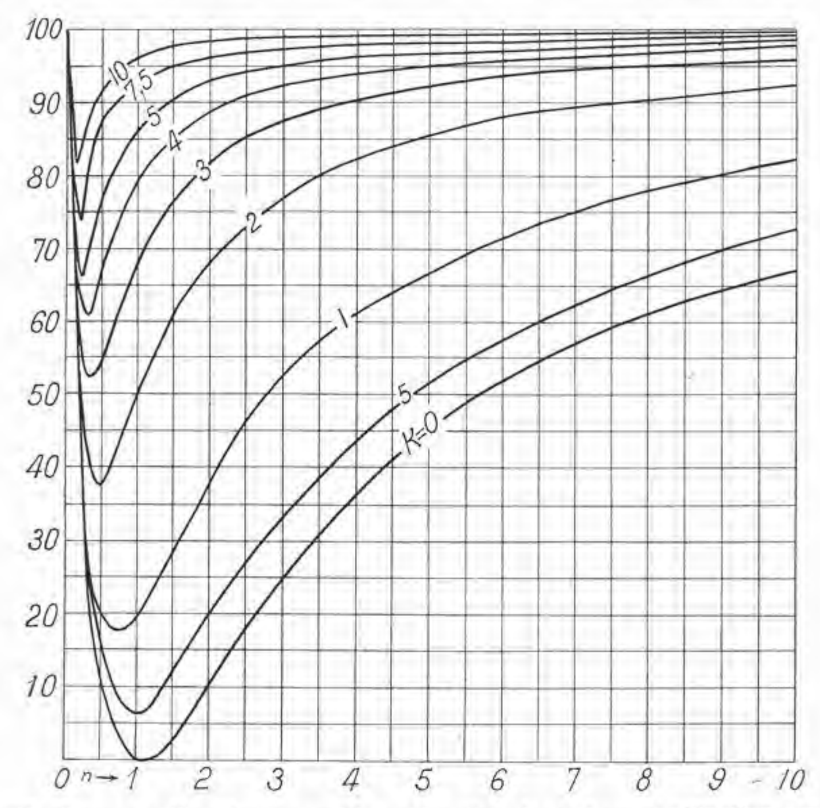


Fig. 1. — Pouvoirs réflecteurs sous l'incidence normale, en fonction des indices de réfraction n, pour diverses valeurs de l'indice d'absorption (d'après F. E. Wright).
(Pour la deuxième courbe à partir du bas, lire K = 0,5 et non 5.)

étudiée et avec l'orientation de cette section dans le cristal. Sa mesure n'acquerra toute sa signification que si l'on utilise un faisceau incident polarisé rectilignement. Nous nous placerons donc de préférence dans ces conditions d'observation.

D'autre part, il faut remarquer que, dans le cas des minéraux opaques (à éclat métallique), l'indice d'absorption est rarement aussi élevé que pour les métaux. Le pouvoir réflecteur dépend donc beaucoup plus de l'indice de réfraction que de l'indice d'absorption, à tel point que l'effet de ce dernier est négligeable. La plupart des minéraux dits opaques peuvent donc être considérés comme transparents sous une très faible épaisseur (de l'ordre de 1/1000 de millimètre), qui est encore relativement grande vis-à-vis des longueurs d'onde de la lumière ; dans la relation précédente, on peut alors négliger le terme $n^2\varkappa^2$, et on retrouve la relation de Fresnel :

(2) $$R = \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2,$$

qui est rigoureusement applicable dans le cas des minéraux isotropes transparents. Nous décrirons donc d'abord l'effet de la réflexion sur les minéraux transparents. Enfin, le pouvoir réflecteur étant fonction des indices de réfraction variera comme eux avec la longueur d'onde de la lumière incidente. Pour simplifier, nous nous placerons en premier lieu dans le cas de la lumière monochromatique.

Minéral anisotrope transparent. — Soit OP le vecteur représentant l'amplitude de la vibration incidente issue du polariseur (fig. 2), OA et OB ses deux composantes suivant les directions principales de polarisation de la section polie d'indices n_1 et n_2. Nous poserons $n_2 > n_1$. Soit α l'angle de la direction d'indice n_1 avec celle de la vibration incidente OP. Après réflexion, les deux composantes OA et OB donnent naissance à deux autres plus petites OA′ et OB′, et, si l'on désigne par R_1 et R_2 les pouvoirs réflecteurs qui leur correspondent, on aura :

$$R_1 = \left(\frac{OA'}{OA}\right)^2, \qquad R_2 = \left(\frac{OB'}{OB}\right)^2, \tag{3}$$

puisque les intensités sont proportionnelles aux carrés des amplitudes des vibrations.

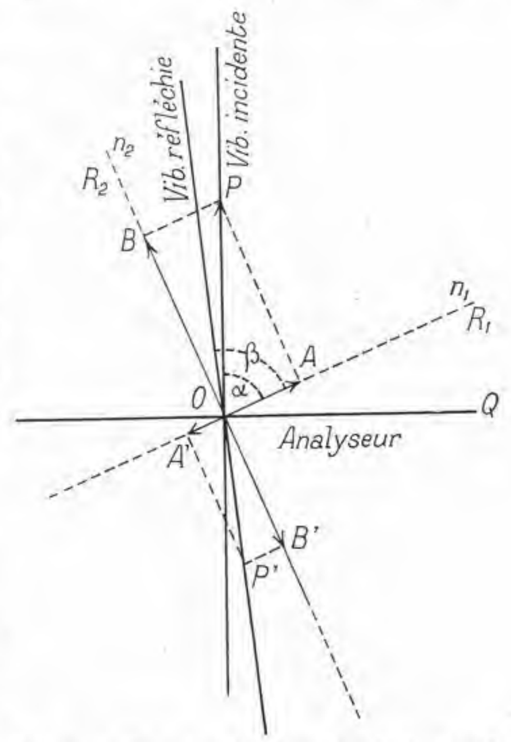


Fig. 2. — Rotation du plan de polarisation de la vibration incidente après réflexion sur un minéral anisotrope.

D'autre part, par suite des conventions de signes faites dans la théorie de la réflexion, les deux composantes OA′ et OB′ sont décalées de 180° par rapport à OA et OB. En composant ces deux vibrations, on obtient OP′, qui représente en grandeur et direction la vibration réfléchie. Soit β l'angle que fait cette vibration avec la direction de polarisation d'indice n_1 ; on voit que tout se passe comme si la vibration avait tourné d'un angle β-α après réflexion. Si l'on exprime β en fonction de α en formant le rapport des équations (3), on obtient la relation :

$$\text{tg}\,\beta = \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}\,\text{tg}\,\alpha. \tag{4}$$

La rotation du plan de polarisation de la lumière incidente est donc nulle quand les directions d'indice maximum et d'indice minimum de la section coïncident avec la direction de la vibration incidente OP et avec celle qui lui est perpendiculaire, OQ. Si l'on place un analyseur sur le trajet du rayon réfléchi, de façon à faire coïncider sa section principale avec OQ, il y aura à ce moment extinction. Pour toutes valeurs de α différentes de 0° ou 90°, la lumière réapparaît avec plus ou moins d'intensité, et l'on peut rétablir l'extinction en tournant l'analyseur d'un angle égal à β-α.

La relation (4) montre aussi que si $n_2 > n_1$, $R_2 > R_1$ et $\beta > \alpha$. La rotation de OP s'effectue donc vers la direction de plus grand indice de la section.

Désignons par $\omega = \beta_m - \alpha_m$ l'angle de rotation maximum de OP et posons pour simplifier : $\rho = \frac{R_2}{R_1}$. Il résulte de ce qui précède que l'angle ω peut être mesuré directement (**30, 35**), mais on peut aussi le calculer à partir de ρ. En effet si, considérant la relation (4), on exprime β-α par sa tangente en fonction de tg α, on constate que cette fonction passe par un maximum pour

$$\text{tg}\,\alpha_m = \rho^{-\frac{1}{4}}.$$

en désignant par α_m l'angle α pour lequel β-α est maximum entre 0° et 90° (et en comptant les angles à partir de OP, dans le sens des aiguilles d'une montre).

Entre 90° et 180°, ω passe encore par un maximum pour une valeur de α égale à 180° - α. La vibration réfléchie est alors symétrique de OP′ par rapport à OP.

Anisotropie (ou polychroïsme) de réflexion. — On calcule aisément, d'après la construction géométrique précédente, que, pour une position de la section polie définie par l'angle α, le pouvoir réflecteur de cette section a pour valeur :

$$R = \frac{(OP')^2}{(OP)^2} = R_1\,\text{Cos}^2\alpha + R_2\text{Sin}^2\alpha.$$

On voit donc que, pour $\alpha = 0$ et 180°, $R = R_1$ et pour α = 90° et 270°, $R = R_2$. Par suite, en faisant tourner la section polie dans son plan devant le nicol polariseur, la quantité de lumière réfléchie passera successivement par un maximum et par un minimum quand la vibration incidente OP coïncidera avec l'une ou l'autre des directions principales de polarisation de la section. Mais la différence d'éclat offerte par la section dans ces deux positions ne sera sensible à l'œil que si les valeurs de R_1 et R_2 sont très différentes, ou bien si le minéral se présente en agrégats de cristaux d'orientations diverses. Dans ce cas, pour une position de la platine du microscope, certains cristaux seront au maximum d'éclairement, tandis que d'autres seront au minimum ou dans une position intermédiaire. On peut donner à cette propriété le nom de polychroïsme (ou d'anisotropie) de réflexion. Certains minéraux la possèdent avec une intensité remarquable (Voir la planche hors texte). Il en est ainsi pour la graphite, la molybdénite et la chalcophanite. Pour d'autres, comme la stibine et les sulfo-antimoniures de plomb, l'intensité du phénomène est moins grande, mais cependant bien visible. Enfin, pour un petit nombre, tels que la covellite et la umangite, il s'accompagne en lumière blanche de phénomènes chromatiques.

Ellipsoïde des pouvoirs réflecteurs. — Les pouvoirs réflecteurs R_1 et R_2 correspondant aux indices principaux n_1 et n_2 d'une section peuvent être désignés (**20, 22**) sous le nom de pouvoirs réflecteurs principaux de la face considérée. Si on possède une section parallèle à deux axes d'élasticité optique du minéral et une deuxième section parallèle au troisième axe, on voit que l'on pourra déterminer les trois pouvoirs réflecteurs principaux du cristal, R_g, R_m, R_p, correspondant aux trois axes de l'ellipsoïde des indices. En d'autres

termes, on définit ainsi un ellipsoïde des pouvoirs réflecteurs qui est fonction de l'ellipsoïde des indices. Il s'ensuit que l'ellipsoïde des pouvoirs réflecteurs permettra d'orienter dans le cristal l'ellipsoïde des indices. Dans le cas particulier d'un minéral uniaxe, on déterminera même de cette façon son signe optique, si l'on peut repérer la position de l'axe cristallographique principal par rapport à un clivage ou à une autre direction remarquable du cristal.

Biréflectence. — On voit que la différence des pouvoirs réflecteurs principaux d'une section est une constante intéressante qui peut servir à la détermination du minéral. Elle joue un rôle analogue à celui de la biréfringence, et j'ai proposé de la désigner sous le nom de biréflectence. Certains auteurs étrangers ont adopté le mot de biréflexion (**1**).

2. — CAS D'UN MINÉRAL DONT L'INDICE D'ABSORPTION N'EST PAS NÉGLIGEABLE.

Lorsque l'indice d'absorption ne peut être négligé, les pouvoirs réflecteurs correspondant à chacun des indices principaux de la section sont donnés par les relations :

$$R_1 = \frac{(n_1 - 1)^2 + n^2\varkappa^2}{(n_1 + 1)^2 + n^2\varkappa^2} \qquad R_2 = \frac{(n_2 - 1)^2 + n^2\varkappa^2}{(n_2 + 1)^2 + n^2\varkappa^2}.$$

Dans le cas des minéraux isotropes $n_1 = n_2, \varkappa_1 = \varkappa_2$, et les pouvoirs réflecteurs sont les mêmes dans tous les azimuts de la face réfléchissante.

Ellipticité de la vibration réfléchie. — Quand l'indice d'absorption n'est plus négligeable, chacune des deux composantes de la vibration réfléchie n'est plus en concordance de phase avec les composantes correspondantes de la vibration incidente, et la différence n'est pas la même pour chacune d'elles, puisque leurs indices d'absorption n'ont pas la même valeur. La lumière réfléchie sera donc polarisée elliptiquement ; mais, si l'on calcule cette différence de phase (F. E. WRIGHT, **35**) pour diverses valeurs des indices de réfraction et d'absorption, on voit que, pour les substances présentant des indices de réfraction élevés associés à des indices d'absorption faibles ou élevées, elle est seulement de quelques degrés, et les caractères de la lumière réfléchie se rapprochent tellement de ceux de la lumière polarisée rectilignement que les phénomènes observés sont encore des différences d'intensités lumineuses dans les divers azimuts de la section et une rotation du plan de polarisation de la vibration incidente. Les métaux natifs mis à part, la plupart des minéraux opaques se trouvent dans ce cas, et en réalité peu d'entre eux présentent les véritables caractères de la réflexion métallique correspondant à des indices d'absorption très élevés accompagnés d'indices de réfraction très faibles et à la production par réflexion de vibrations elliptiques dont l'ellipticité soit notable. Le plus souvent, la détermination des pouvoirs réflecteurs principaux et de la biréflectence offrira donc encore une grande signification physique.

On trouvera dans d'autres publications (**22**, **35**) l'expression de la biréflectence, du

rapport ρ en fonction des indices de réfraction et d'absorption, ainsi que des considérations et des calculs concernant l'influence du milieu d'immersion sur le pouvoir réflecteur.

Surface des pouvoirs réflecteurs. — On connaît les difficultés qui ont été rencontrées par les physiciens pour étendre aux corps absorbants la notion des surfaces représentatives des phénomènes lumineux si féconde dans l'étude des corps transparents.

Comme l'a fait remarquer récemment encore M. BEREK (**32**), la source de ces difficultés tient à ce que, dans les cristaux absorbants, l'onde réfractée n'est pas homogène, et que, le long d'un même front d'ondes, les amplitudes sont variables d'un point à un autre.

Autrement dit, la surface d'égale amplitude ne coïncide pas avec celle des phases égales. Il ne peut être question de développer ici, même en raccourci, la théorie de la réflexion cristalline dans les corps opaques. Rappelons seulement que, pour parvenir à une généralisation mathématique satisfaisante, P. DRUDE a montré que l'on pouvait écrire les équations de base pour les mouvements lumineux dans les cristaux absorbants sous la même forme que pour les cristaux transparents, à condition d'introduire des grandeurs complexes à la place des grandeurs réelles. En particulier, à la place de l'indice de réfraction n, on introduit dans les calculs l'indice imaginaire :

$$n' = n\,(1 - i\varkappa).$$

Grâce à cet artifice, P. DRUDE et VOIGT ont constaté que les équations calculées conduisaient à un ellipsoïde complexe à trois axes qui pouvait être considéré comme la juxtaposition de deux ellipsoïdes ayant même centre, mais dont les axes principaux diffèrent en grandeur et direction. Ils ont été appelés, par DRUDE, axes principaux de polarisation et axes principaux d'absorption. Mais on ne peut en déduire que les rayons vecteurs de ces ellipsoïdes mesurent les indices de réfraction d'une part, les coefficients d'absorption d'autre part, puisque l'on a, en réalité, affaire à des fonctions complexes de ces grandeurs.

Au point de vue pratique, on est donc conduit à envisager provisoirement des surfaces de référence dont les rayons vecteurs représentent réellement soit les indices de réfraction, soit ceux d'absorption, et à déterminer expérimentalement l'écart entre ces surfaces et celle d'un ellipsoïde.

On pourra établir aussi une surface des pouvoirs réflecteurs (ou indicatrice) qui sera fonction des surfaces des indices de réfraction et d'absorption. Ces surfaces n'admettront les mêmes axes de symétrie que dans le cas des cristaux quadratiques, hexagonaux, rhomboédriques ou rhombiques. Pour les cristaux monocliniques ou tricliniques, il n'y a aucun rapport de symétrie imposé entre les trois surfaces, en dehors d'un axe et d'un centre.

3. — CAS DE LA LUMIÈRE BLANCHE. DISPERSION DU POUVOIR RÉFLECTEUR.

Si l'on éclaire la préparation avec de la lumière blanche, les phénomènes précédemment décrits sont modifiés par suite de la dispersion des indices de réfraction et d'absorption. Le

pouvoir réflecteur variera avec la longueur d'onde, et il y aura une surface des pouvoirs réflecteurs pour chaque longueur d'onde.

D'autre part, dans le cas des minéraux monocliniques et tricliniques, il pourra y avoir dispersion des directions de polarisation. Mais ce cas de dispersion est assez rare, et c'est le phénomène de dispersion des pouvoirs réflecteurs principaux R_1 et R_2 de la section étudiée qui est le plus important. Si, pour une longueur d'onde λ, le pouvoir réflecteur est nettement plus grand que pour les autres longueurs d'onde, le minéral possède la couleur de longueur d'onde λ. Et, s'il est anisotrope, il pourra ne posséder cette couleur franche que dans une direction déterminée. Ainsi une section de covellite parallèle à l'axe optique est bleu intense, quand le plan de la vibration incidente est perpendiculaire à cet axe, et blanche à peine teintée de bleu quand elle lui est parallèle.

Il existe deux cas de dispersion du pouvoir réflecteur correspondant aux cas de dispersion des indices de réfraction.

Dans le premier cas, le pouvoir réflecteur décroît quand la longueur d'onde augmente On dit que la dispersion est normale. Il en est ainsi des minéraux dont l'indice d'absorption est très faible ou nul, par exemple pour la blende ou le diamant.

Dans le second cas, dit de la dispersion anormale, le pouvoir réflecteur croît en même temps que la longueur d'onde. C'est le cas des métaux et celui des minéraux à indices d'absorption élevés.

III. — Mesure des pouvoirs réflecteurs.

L'exposé précédent montre l'intérêt que présente pour la définition de l'éclat des minéraux une détermination même approximative des pouvoirs réflecteurs en sections polies. L'importance de cette détermination est surtout très grande pour l'étude des minéraux opaques qui constituent les minerais métalliques. Les recherches poursuivies jusqu'à présent dans ce but ont eu surtout pour base des comparaisons photométriques oculaires, réalisées avec beaucoup d'ingéniosité et d'exactitude, mais dans lesquelles le facteur personnel de l'observateur joue toujours un rôle plus ou moins grand (**1**, **2**, **13**).

C'est pourquoi, il y a quelques années (**20**), j'ai pensé utiliser les propriétés des cellules photoélectriques, qui permettent de réaliser une mesure du pouvoir réflecteur indépendante de l'œil et sont mises en œuvre aujourd'hui avec succès dans les divers domaines de la photométrie.

Cellule photoélectrique. — Parmi les nombreux modèles de cellules existant actuellement, celui qui me paraît le plus conforme aux besoins de la Minéralogie est une cellule à gaz au potassium, d'un modèle de grande sensibilité établi par la SCAD pour le cinéma parlant (**11**).

C'est une ampoule de verre remplie d'argon à basse pression et dont la paroi intérieure est recouverte, d'un côté, d'une couche de potassium hydrurée déposée sur une couche d'argent, et constituant la cathode d'un circuit renfermant une batterie de piles et un galvanomètre ; l'anode est un fil de tungstène placé à faible distance du potassium. Lorsque la

couche de potassium est illuminée, elle émet des électrons, et le courant passe dans le circuit ; il est d'autant plus intense que la quantité de lumière reçue par la cellule est plus grande, et, en lui appliquant un potentiel accélérateur convenable, on peut faire en sorte qu'il y ait proportionnalité entre l'intensité de la lumière reçue par la cellule et celle du courant photoélectrique qu'elle provoque. D'ailleurs, pour les petits flux utilisés (inférieurs au 1-50e de lumen), cette proportionnalité est rigoureuse (**3**). Le potentiel accélérateur appliqué à la cellule est de l'ordre de 160 volts. Il peut être fourni par une batterie de piles sèches d'usage courant en T. S. F. Un galvanomètre à cadre mobile est placé dans le circuit, et l'on mesure la rotation de son miroir d'après le déplacement d'un index lumineux sur une règle graduée.

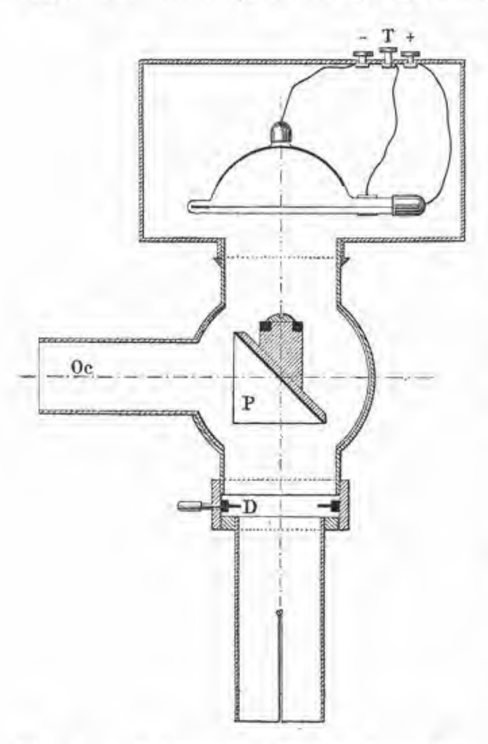


Fig. 3. — Schéma de l'oculaire photoélectrique. — P, prisme à réflexion totale réglable autour de trois axes rectangulaires; D, diaphragme iris ; Oc, tube supportant l'oculaire au point sur le diaphragme iris. La cellule est placée dans l'axe du microscope.

Comme toutes les cellules, la cellule au potassium est sélective, c'est-à-dire que sa sensibilité varie beaucoup avec la longueur d'onde de la lumière qu'elle reçoit. Dans le modèle que j'utilise, le maximum de sensibilité se place vers 465 $\mu\mu$; on peut donc choisir cette région du spectre comme lumière monochromatique de référence analogue à la lumière du sodium pour les corps transparents, et on la produit aisément à l'aide d'écrans que l'on fabrique couramment aujourd'hui.

Oculaire photoélectrique. — J'ai adapté la cellule photoélectrique sur le tube oculaire du microscope métallographique polarisant (1) par l'intermédiaire d'un dispositif comprenant un prisme à réflexion totale P mobile latéralement ; celui-ci permet de diriger le faisceau lumineux réfléchi par la section polie tantôt vers l'oculaire O placé en avant, tantôt vers la cellule placée dans l'axe du microscope. Pour centrer convenablement, dans l'oculaire latéral, l'image fournie par l'objectif du microscope, le prisme peut être déplacé à volonté autour de trois axes rectangulaires dont l'un passe par l'axe optique de l'oculaire. Un diaphragme iris D centrable permet d'isoler dans le champ la portion de la section dont on veut mesurer le pouvoir réflecteur (fig. 3).

Principe de la mesure. — La détermination directe du pouvoir réflecteur absolu d'un minéral n'est pas réalisable dans les conditions de l'examen microscopique. On le déterminera donc indirectement par comparaison avec un étalon (minéral ou métal) dont on connaît le pouvoir réflecteur absolu par d'autres méthodes. Le rapport des déviations galvanométriques obtenues en mettant successivement au point la surface polie étudiée et la surface de l'étalon donne le pouvoir réflecteur de cette surface par rapport à l'étalon.

(1) Je n'ai pas cru nécessaire de décrire ici ce microscope, dont l'usage se répand de plus en plus dans les laboratoires. Plusieurs publications citées dans la bibliographie en donnent d'ailleurs des descriptions détaillées (**19**, **22**, **24**, **32**).

En multipliant cette valeur par le pouvoir réflecteur absolu de l'étalon, on obtient le pouvoir réflecteur absolu de la surface, pour une somme d'incidences définie par l'ouverture numérique de l'objectif utilisé.

Emploi de la lumière monochromatique. Amplification du courant photoélectrique. — La plupart des minéraux possédant une dispersion plus ou moins accentuée des pouvoirs réflecteurs, la mesure de ces derniers pour toute une série de longueurs d'onde du spectre visible permettra d'asseoir sur des bases précises la notion de couleur du minéral. Mais alors la réalisation de cette mesure est plus délicate, en raison de la faible quantité de lumière dont on dispose en général, et de la sélectivité de la cellule. Pour accroître la sensibilité de la méthode, on peut ou bien remplacer le galvanomètre par un électromètre, ou bien amplifier le courant photoélectrique. Cette dernière solution paraît la meilleure, car elle permet d'atteindre des coefficients d'amplification de l'ordre de 600 à 800. Sa réalisation présente toutefois des difficultés, mais la réussite dépend surtout du soin avec lequel sont effectués les montages. Le dispositif auquel j'ai fait appel est le même que celui imaginé par MM. Chalonge et Lambert dans leur microphotomètre enregistreur et réalisé par Ed. Bouty (**4**). J'en ai donné ailleurs la description et je n'y reviendrai pas ici (**22**). J'ajouterai seulement que, sur l'indication de M. Chalonge, l'ancienne tétrode utilisée a été remplacée par une tétrode (Gecovalve B. G. 4) de caractéristiques très voisines, qui nous donne six fois plus de sensibilité et nous a permis de réduire beaucoup l'éclat de la source nécessaire auparavant. Le seul inconvénient que présente ce nouveau montage est de nécessiter une protection rigoureuse contre les perturbations électriques extérieures.

Source de lumière. — Comme source de lumière monochromatique, il est préférable d'utiliser un monochromateur comportant un prisme de Broca à déviation constante et non des écrans. Cet appareil est éclairé par une lampe à filament métallique de dimensions très réduites, fonctionnant sous 18 volts 5 ampères, sur une batterie d'accumulateurs. C'est seulement ainsi que l'on peut réaliser une source lumineuse suffisamment constante. Nous avons renoncé à l'emploi du courant fourni par le secteur, même en tempérant ses irrégularités à l'aide de régulateurs de tension.

Choix des étalons. — Pour effectuer la comparaison photométrique, on utilisera de préférence un étalon dont le pouvoir réflecteur est voisin de celui du minéral étudié, afin d'obtenir des déviations galvanométriques qui ne soient pas trop éloignées l'une de l'autre. Il sera donc nécessaire de disposer d'une série d'étalons bien comparés entre eux pour plusieurs longueurs d'onde et constituant une échelle de pouvoirs réflecteurs croissants. Comme étalon de base, on peut prendre le *diamant* dont on calcule le pouvoir réflecteur en fonction de l'indice à l'aide de la formule de Fresnel. On peut utiliser aussi comme étalon un clivage poli de *blende* jaune-miel. Les variétés transparentes de ce minéral, exemptes de fer, possèdent en effet le même pouvoir réflecteur, quel que soit l'échantillon envisagé, et celui-ci peut être calculé à partir de l'indice de réfraction seul, l'indice d'absorption étant tout à fait négligeable. Enfin, pour les minéraux de pouvoir réflecteur élevé, le *silicium*, que l'on pré-

pare aujourd'hui industriellement dans un état de pureté satisfaisant, est un excellent étalon que j'utilise maintenant de préférence à la galène en raison de sa plus grande dureté. Comme autres étalons que l'on comparera aux précédents, on se servira avec avantage de la galène, du cuivre gris, du fer. Je donne ci-dessous (fig. 4) les courbes de dispersion du silicium, du cuivre gris et de la blende. On trouvera dans le tableau ci-après, les pouvoirs

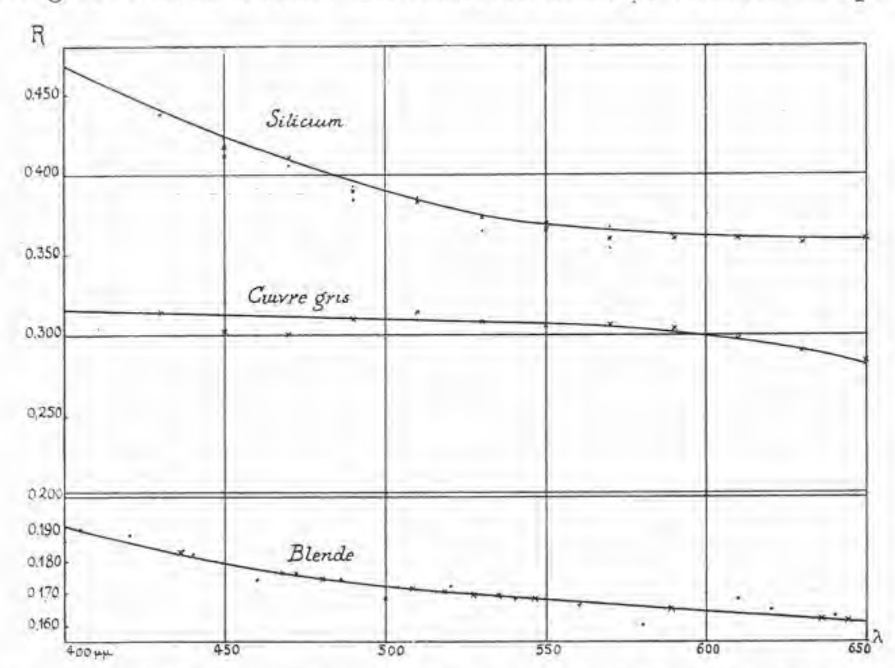


Fig. 4. — Courbe de dispersion du pouvoir réflecteur de la blende, du cuivre gris et du silicium.
Pour la blende, les croix indiquent les valeurs calculées à partir des indices de réfraction; les points représentent les valeurs mesurées par comparaison avec le diamant.

réflecteurs donnés par ces courbes pour plusieurs longueurs d'onde. Les valeurs expérimentales concordent avec celles fournies par les courbes à ± 0,01 près. Très souvent même, on obtient la précision de ± 0,005. Il est à noter que le cuivre gris est remarquablement peu dispersif. Son pouvoir réflecteur ne commence à faiblir notablement que vers l'orangé à partir de 590 μμ. Pour le silicium, la courbe de dispersion met en évidence sa couleur bleutée. Ces deux corps possèdent la dispersion normale des corps transparents, et leur indice d'absorption est vraisemblablement très faible par rapport à leur indice de réfraction.

Conditions expérimentales de la mesure. — Les conditions expérimentales imposées par l'emploi du microscope polarisant dans la mesure des pouvoirs réflecteurs entraînent un certain nombre de conséquences au point de vue de la signification physique du résultat. Nous ne pouvons ici les examiner en détails, mais nous indiquerons sommairement les plus importantes :

1° Tout d'abord, il faut remarquer que le pouvoir réflecteur ainsi obtenu n'est pas rigoureusement celui qui correspond à l'incidence normale. En effet, les faisceaux lumineux fournies par les illuminateurs à glace et à prisme sont convergents, puisque l'objectif interposé entre eux et la section polie doit jouer le rôle de condensateur. Les rayons inclinés sur la normale à la section ne sont donc pas modifiés de la même façon après réflexion

que les rayons rigoureusement normaux. La convergence du faisceau incident dépend de l'ouverture numérique des objectifs employés. Si l'on veut se rapprocher de l'incidence normale, on aura donc avantage à effectuer, autant que possible, la mesure à l'aide d'objectifs peu grossissants.

COURBES DE DISPERSION DU POUVOIR RÉFLECTEUR DES ÉTALONS UTILISÉS ET DE QUELQUES MINÉRAUX.

λ(μμ)	INDICES DE RÉFRACTION.	
	DIAMANT.	BLENDE.
404,7		2,544
422,6	2,4592	»
430,7	2,4512	»
435,8	»	2,492
467,8	»	2,452
468,0	»	2,451
472,2	»	2,446
481,0	»	2,438
486,1	2,435	2,432
508,6	»	2,414
518,3	»	2,407
527,0	2,4270	2,400
535,0	»	2,397
546,1	»	2,388
589,6	2,4174	2,369
589,0	»	
636,3	»	2,350
643,9	»	2,348
656,3	2,4101	2,345
670,8	»	2,340
686,7	2,4074	»

λ(μμ)	POUVOIRS RÉFLECTEURS.						
	DIAMANT.	BLENDE.	CUIVRE GRIS.	SILICIUM. (à 97%)	STIBINE. R_g.	STIBINE. R_m.	CHALCOPYRITE.
410	0,178	0,187	0,315	0,454	»	»	»
430	0,177	0,182	0,314	0,440	0,560	0,466	0,230
450	0,176	0,178	0,312	0,422	0,546	0,456	0,276
470	0,175	0,175	0,311	0,410	0,534	0,446	0,324
490	0,1745	0,173	0,310	0,394	0,523	0,440	0,364
510	0,1735	0,170	0,306	0,384	0,512	0,432	0,402
530	0,173	0,169	0,305	0,374	0,500	0,428	0,434
550	0,1725	0,167	0,304	0,368	0,492	0,425	0,452
570	0,172	0,166	0,303	0,364	0,482	0,423	0,460
590	0,172	0,165	0,302	0,362	0,474	0,422	0,454
610	0,1715	0,164	0,298	0,361	0,466	0,421	0,440
630	0,171	0,163	0,290	0,360	0,462	0,420	0,420
650	0,171	0,162	0,284	0,360	0,460	0,420	0,396

La courbe de dispersion du diamant a été construite d'après les valeurs bien concordantes des indices mesurés pour plusieurs longueurs d'onde par DES CLOIZEAUX (**8**), WALTER (**34**) et WÜLFING (**36**); celle de la blende d'après les nombreuses valeurs données par A. BRUN (*Bull. Soc. franç. M. n.*, t. LIII, 1930, p. 41), et quelque valeurs de DES CLOIZEAUX (**8**) et de G. HORN (**14**). Ces valeurs figurent dans les deux premières colonnes. Le pouvoir réflecteur R_p de la stibine est sensiblement le même pour toutes les longueurs d'onde et voisin de $0{,}306 \pm 0{,}01$.

2° Lorsqu'on détermine le polychroïsme de réflexion d'un minéral, il faut orienter convenablement le polariseur. Son plan de polarisation doit être placé dans le plan d'incidence du prisme de l'illuminateur ou perpendiculairement à ce plan. Si l'on effectue les observations avec un objectif tel que l'incidence des rayons réfléchis sur la section polie ne dépasse pas 10°, on obtient les valeurs très voisines pour ces deux positions du polariseur. Si la convergence des rayons est très grande, ces valeurs présentent entre elles une différence plus ou moins accusée, car les pouvoirs réflecteurs correspondant aux vibrations rectilignes situées dans le plan d'incidence de la section et perpendiculaires à ce plan ne sont pas les mêmes. On montre, d'après les courbes exprimant le pouvoir réflecteur en fonction de l'angle d'incidence, que la moyenne arithmétique de ces deux valeurs se rapproche beaucoup du pouvoir réflecteur sous l'incidence normale jusqu'à $i = 60°$ environ, inférieur à l'angle de BREWSTER pour la substance envisagée.

3° La mise au point de la préparation présente une grande importance, et il faut la réaliser exactement à l'aide du réticule de l'oculaire, pour le minéral étudié, puis pour l'étalon, de façon à se placer chaque fois dans les mêmes conditions d'éclairement.

4° Enfin il faut que les surfaces étudiées soient disposées normalement à l'axe optique du microscope. On y parvient, dans la pratique, en les montant dans la cire, au moyen d'une petite presse à main fabriquée par les divers fournisseurs de microscopes métallographiques

On peut parfaire ce montage en se servant du diaphragme placé au foyer de la lentille de l'illuminateur à prisme. Son image dans la surface polie doit rester immobile, quand on fait subir à cette surface, à l'aide de la platine du microscope, un mouvement de rotation dans son plan.

5° Il est bien évident que toutes ces mesures, pour avoir une signification au point de vue de la détermination des espèces, doivent être effectuées sur des plages suffisamment bien polies. Dans la plupart des cas, il est toujours possible de trouver de telles plages, surtout en employant un grossissement un peu élevé ou en diaphragmant la portion utilisée dans la préparation. La méthode permet d'ailleurs d'étudier l'influence du poli sur le pouvoir réflecteur. On trouve ainsi qu'une surface fraîche de clivage possède un pouvoir réflecteur nettement plus élevé que la même surface après polissage, quel que soit le soin apporté à cette opération.

IV. — Quelques résultats.

J'ai énuméré ailleurs (**22**) les diverses questions que la mesure des pouvoirs réflecteurs permettait d'aborder en minéralogie. Je donnerai ci-après les résultats auxquels je suis parvenu jusqu'à présent ; j'y joindrai ceux obtenus par d'autres minéralogistes à l'aide de la même méthode.

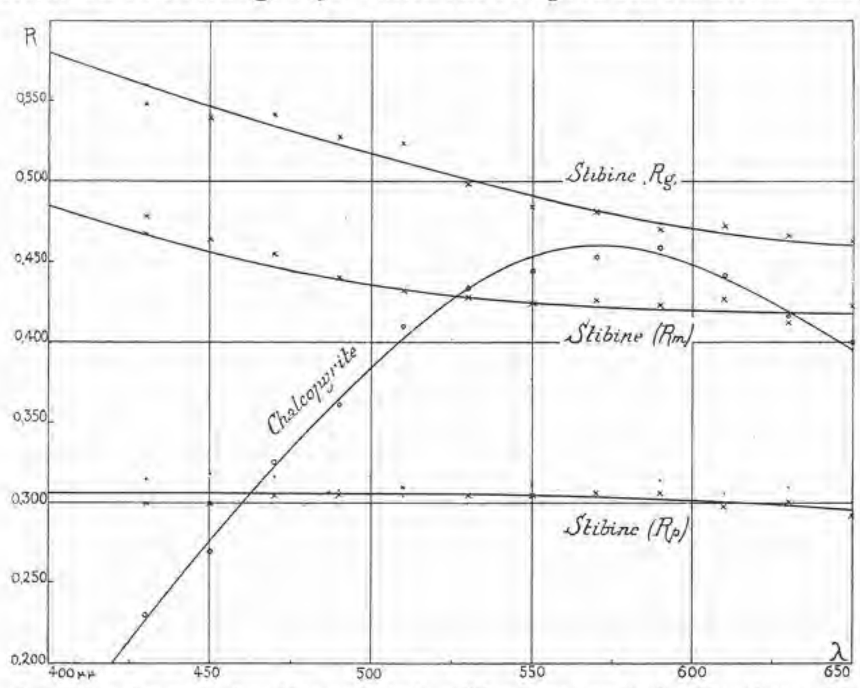


Fig. 5. — Courbes de dispersion des pouvoirs réflecteurs de la stibine pour ses trois directions principales (R_g, R_m et R_p), et de la chalcopyrite, parallèlement à l'axe quaternaire.

Pour la stibine, les mesures ont été faites sur h^1 et sur p. On obtient donc pour R_p deux groupes de valeurs. Elles sont représentées par des croix pour h^1, par des points pour p.

La biréflectence de la chalcopyrite étant extrêmement faible, on obtient dans une direction perpendiculaire à l'axe quaternaire des valeurs très voisines des précédentes.

1° *Pouvoirs réflecteurs de quelques espèces minérales* (1). — Le tableau ci-contre résume

(1) Je tiens à remercier vivement ici mon ami S. Pavlovitch de son aide précieuse et dévouée dans la préparation des sections polies et dans la mesure de certains pouvoirs réflecteurs.

POUVOIRS RÉFLECTEURS DE QUELQUES MINÉRAUX OPAQUES OU TRANSPARENTS RÉFRINGENTS

1° Minéraux anisotropes.

NOMS	R_g	R_m	R_p	$R_g - R_p$	$\lambda_{\mu\mu}$
Stibine	0,534	0,446	0,306	0,088	470
Bismuthinite (S. P.)	0,51	?	0,45	0,06	460
Molybdénite	0,42		0,20	0,22	460
Pyrrhotite	0,38		0,32	0,06	460
Breithauptite (P. P.)	0,457		0,383	0,074	460
	0,464		0,358	0,106	527
	0,515		0,410	0,105	589
Marcasite	0,531		0,515	0,016	460
Mispickel	0,525	0,504	0,495	0,030	460
Safflorite (P. P.)		0,575			460
Chalcocite		0,30			lum. bl.
Stromeyerite		0,33			lum. bl.
Covellite	0,310		0,150	0,160	460
Érubercite (S. P.)	0,215	?	0,195	0,020	460
Chalcostibite	0,478		0,401	0,077	460
Berthiérite (P. P.)	0,474		0,387	0,087	465
	0,432		0,354	0,078	527
	0,423		0,355	0,068	589
Cosalite (F. P.)	0,411		0,311	0,10	lum. bl.
Rezbanyite	0,445		0,348	0,097	lum. bl.
Boulangérite	0,42		0,33		lum. bl.
Bournonite	0,40	0,39	0,38	0,02	460
Proustite	0,346		0,323		460
Pyrargyrite	0,368		0,346		460
Dognacskaïte	0,279		0,204	0,075	lum. bl.
Enargite	0,310	0,277	0,266	0,033	460
Famatinite		0,24			lum. bl.
Stannite		0,24			460
					lum. bl.
					460

NOMS	R_g	R_m	R_p	$R_g - R_p$	$\lambda_{\mu\mu}$
Tellurures (P. F.).					
Nagyagite	0,476		0,426	0,060	460
	0,461		0,410	0,051	527
	0,415		0,388	0,027	589
Sylvanite	0,584		0,535		604
	0,60		0,55		527
	0,61		0,57		589
Calaverite	0,620		0,554		460
	0,66		0,58		527
	0,65		0,59		589
Krennerite	0,70		0,632		460
	0,70		0,632		527
	0,76		0,69		589
Hessite		0,410			400
		0,388			527
		0,378			589
Oxydes divers et minerais oxydés de manganèse.					
Ténorite (S. P.)		0,195			460
Hématite	0,320				460
Gœthite		0,16			lum. bl.
Cassitérite	0,124		0,11	0,014	lum. bl.
Rutile	0,25		0,21	0,04	lum. bl.
Crichtonite	0,186		0,172	0,014	lum. bl.
Polianite	0,397		0,295	0,102	465
Manganite	0,210	0,175	0,152	0,058	465
Hausmannite	0,189	0,175	0,164	0,025	465
Braunite	0,217		0,204	0,013	465
Hollandite	0,348		0,296	0,052	465
Romanéchite	0,306		0,250	0,056	465
Coronadite	0,344		0,306	0,038	465
Chalcophanite	0,297		0,106	0,191	465
Hétærolite	0,170		0,147	0,023	465

2° Minéraux isotropes.

NOMS	R	$\lambda_{\mu\mu}$
Cuivre	0,395	460
Argent	0,865	460
Platine	0,70	lum. bl.
Blende	0,177	460
Pentlandite	0,42	
Pyrite	0,43	460
	0,54	589
Smaltite (P. P.)	0,58	460
Skutterudite	0,605	460
	0,619	589

NOMS	R	$\lambda_{\mu\mu}$
Galène	0,480	460
	0,425	589
Argyrite	0,336	
Altaïte (P. F.)	0,72	460
	0,70	527
	0,64	589
Petzite (P. F.)	0,415	460
	0,394	527
	0,385	589

NOMS		$\lambda_{\mu\mu}$
Coloradoïte (P. F.)	0,371	460
	0,364	527
	0,376	589
Linnéite	0,462	0µ,460
Polydymite	0,482	460
Panabase	0,310	470
Magnétite	0,225	460
Cuprite (S. P.)	0,305	460
Manganosite	0,144	460
Jacobsite	0,193	460

S. P. — S. Pavlovitch (**27**).
F. P. — F. Papp (**26**).
P. F. — P. Fastré (**12**).
P. P. — P. Piepoli (**28**).

Les mesures des deux derniers groupes (P. F., P. P.) ont été recalculées en prenant pour pouvoir réflecteur du silicium la valeur de 0,415 donnée par la courbe de dispersion pour 0 µ, 460.

les valeurs trouvées pour la lumière bleue (0 μ, 460) sous l'incidence fournie par les objectifs faiblement grossissants (n°s 2 ou 3 de LEITZ ou de REICHERT). Ces chiffres sont encore valables pratiquement pour les objectifs 5 (grossissement propre 35 environ). Dans le cas des minéraux anisotropes, la section principale du polariseur était placée dans le plan d'incidence du prisme de l'illuminateur. Le pouvoir réflecteur ainsi mesuré sera donc, en général, un peu supérieur au pouvoir réflecteur sous l'incidence normale.

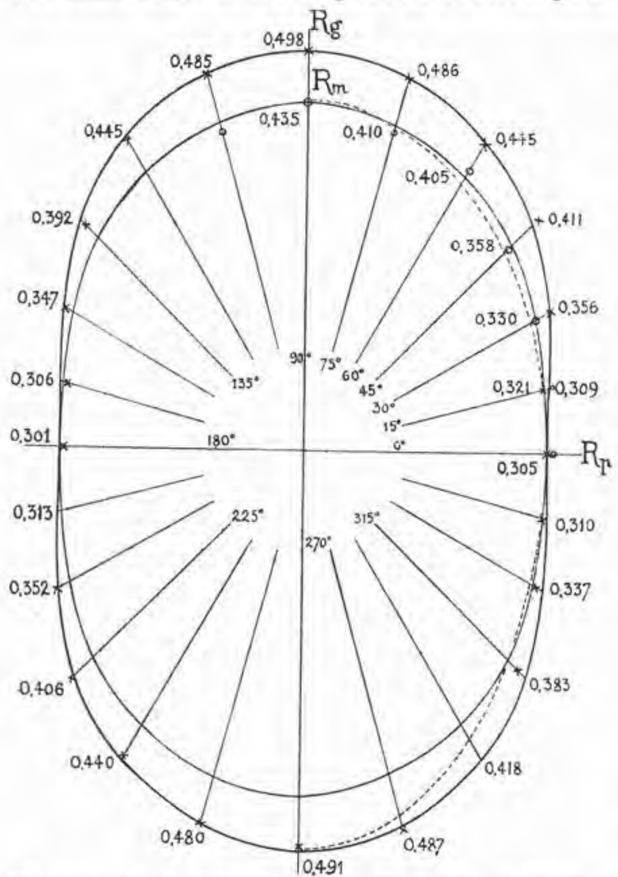


Fig. 6. — Courbes des pouvoirs réflecteurs sur les faces h^1(100) et p(001) de la stibine. Le plan h^1 correspond à R_g et R_p ; le plan p, à R_m et R_p.

2° *Dispersion du pouvoir réflecteur.* — Outre les courbes des étalons dont il a été question précédemment, j'ai construit celles de la stibine et de la chalcopyrite. Les valeurs expérimentales concordent avec celles fournies par les courbes à ± 0,01 ou ± 0,005 près. Ces courbes montrent que la stibine est douée de la dispersion normale, comme les corps transparents, et que son plus petit pouvoir réflecteur n'est pas dispersé et est très voisin de 0,306-0,310 pour toutes les longueurs d'onde. Il se comporte comme celui du cuivre gris. De plus, on remarque que la dispersion de biréflectence décroît quand λ augmente. D'autre part, la chalcopyrite possède la dispersion anormale des corps à indice d'absorption élevé, et la courbe présente un maximum très net dans le jaune pour 0 μ, 570 (fig. 5).

3° *Surface des pouvoirs réflecteurs.* — J'ai commencé l'étude de cette surface pour la stibine. La figure ci-jointe condense les résultats obtenus, pour λ = 0 μ,530, dans les faces h_1 (100) et p (001) et dans les azimuts faisant entre eux des angles de 15°. Dans le plan $h_1(R_g, R_p)$, la courbe s'écarte sensiblement d'une ellipse (tracée en pointillés dans le quart Sud-Est de la figure 6). Dans le plan $p(R_m, R_p)$, la courbe est très voisine d'une ellipse (pointillé du quart Nord-Est de la figure) ; les écarts observés sont de l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales. Ces résultats complètent ceux que j'ai donnés en 1930 pour la lumière blanche et diffèrent légèrement de ceux obtenus par A. CISSARZ (**6, 7**) avec la méthode oculaire de BEREK, car le renflement présenté par la courbe R_gR_p n'est pas aussi accentué que ne l'indique cet auteur.

J'espère avoir montré, au cours de cet exposé, comment la mesure des pouvoirs réflecteurs en sections polies permet de comprendre en grande partie la notion d'éclat des minéraux et aide à en disséquer la complexité. Elle est, dans le cas des minéraux opaques, un élément important sinon primordial de leur détermination au microscope, et rien qu'à ce titre déjà il est nécessaire de s'attacher à son étude.

BIBLIOGRAPHIE

1. Berek (M.), Das Problem der quantitativen Mikroskopie der Erzmineralien und seine Lösung. Zugleich ein Beitrag zu den Erscheinungen der Reflexion des Lichtes an anisotropen absorbierenden Kristallen (*Zeitschr. f. Krist.*, Bd. LXXVI, 1931, p. 396-430 ; Bd LXXVII, 1931, p. 1-22).
2. Berek (M.), Elementare Einführung in die Optik absorbierenden Kristalle und in die Methodik ihrer Bestimmung im reflektierten Licht (*Centralb. f. Miner.*, 1931, A, p. 198-209).
3. Boutry (G.-A.) et Orcel (J.), Remarques sur la comparaison des propriétés des cellules à vide et des cellules à atmosphère gazeuse (*C. R. Acad. Sc.*, 26 février 1934, t. CXCVIII, p. 808).
4. Bouty (E.), Microphotomètre enregistreur à cellule photoélectrique de MM. P. Lambert et D. Chalonge (*Revue d'Optique*, t. V, 1926, p. 404-420).
5. Cissarz (A.), Beitrage zur Kenntnis der komplexen Indikatrix von Antimonglanz (*Zeit. f. Krist.*, Bd. LXXVIII, 1931, p. 445-461).
6. Cissarz (A.), Optische Messungen an Antimonglanz (*Neues Jahr. f. Miner.*, Beil. Bd. LXIV, A, 1931, p. 137-162).
7. Cissarz (A.), Reflexionsmessungen an absorbierenden Kristallen, mit besonderer Berücksichtigung der Erzmineralien (*Zeit. f. Krist.*, t. LXXXII, 1932, p. 438-450).
8. Des Cloizeaux, Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux (*Mém. de l'Acad. Sc.*, t. XVIII, 1867, p. 515-517).
9. Drude (P.), Lehrbuch der Optik ; Handbuch der Physik (de Winckelmann), 6.
10. Drude (P.), Beobachtung über die Reflexion des Lichtes am Antimonglanz (*Wied. Ann.*, t. XXXIV, 1888, p. 483).
11. Dunoyer (L.), La cellule photoélectrique et ses applications (*La Technique moderne*, t. XXII, n° 4, p. 137, n° 5, p. 179, n° 6, p. 212, 1930) ; *Comptes Rendus du Congrès international d'Électricité*, Paris, 1932, 1re sect., p. 169-201.
12. Fastré (P.), Mesure des pouvoirs réflecteurs de quelques tellurures naturels par la méthode photoélectrique (*C. R. Acad. Sc.*, t. CXCVI, 1933, p. 630-632).
13. Frick (M.), Reflexionsmessungen an Erz- und Metallanschliffen mit Hilfe eines Reflexions-Photometer Okulars (*N. Jahrb. f. Min.*, Beil. Bd. LXI, A, 1930, p. 31-86).
14. Horn (G.), Beiträge zur Kenntnis der Dispersion des Lichtes in absorbierenden Krystallen (Inaug. Diss.) (*Neues Jahrb. f. Miner.*, 1898, Beil. Bd. XII, p. 269-342).
15. Hutchinson (A.), Die optischen Eigenschaften des Antimonits (*Zeitschr. f. Kryst.*, t. XLIII, 1907, p. 464).
16. Kœnigsberger (J.), Ueber einen Apparat zur Erkennung und Messung optischer Anisotropie undurchsichtiger Substanzen und dessen Verwendung (*Zentralb. f. Miner.*, 1901, p. 195 ; 1908, p. 565-597 ; 1909 p. 245 ; 1910, p. 712).
17. Kœnigsberger (J.), Ueber Messungen des Reflexionsvermögens und Bestimmung der optischen Konstanten (*Ann. d. Phys.*, t. XLIII, 1914, p. 1205).
18. Muller (Erich C.), Optische Studien am Antimonglanz (*Neues Jahrb. f. Miner.*, Beil. Bd. XVII, 1903 p. 187-251).
19. Orcel (J.), Les méthodes d'examen microscopique des minerais métalliques (*Bull. Soc. Fr. Min.*, t. XLVIII, 1925, p. 272-361 5, planches hors texte) ; *Revue de Métallurgie*, t. XXXIII, 1926, p. 537-551, 1 planche en couleurs, et 618-626 ; *Bull. Soc. d'Encour. pour l'Industr. nat.*, juin 1928, p. 503-527 ; *La Technique moderne*, t. XXI, 1929, p. 727-741 ; 781-786 ; t. XXII, 1930, p. 233-237, 649-654 ; t. XXXIII, 1931, p. 549-544 ; *in* Introduction aux Études minières coloniales, Paris, 1934, p. 209-253, 5 planches (*Publ. du Bur. d'Ét. géol. et min. coloniales*).

20. ORCEL (J.), Sur l'emploi de la pile photoélectrique pour la mesure du pouvoir réflecteur des minéraux opaques (*C. R. Acad. Sc.*, t. CXXXV, 1927, p. 1055-1057).

21. ORCEL (J.), Remarques sur la mesure du pouvoir réflecteur des minéraux opaques et des minéraux transparents très réfringents (*C. R. Acad. Sc.*, t. CLXXXVII, 1928, p. 1141).

22. ORCEL (J.), La mesure du pouvoir réflecteur des minéraux opaques à l'aide de la cellule photoélectrique et ses applications (*Bull. Soc. fr. Min.*, t. LIII, 1930, p. 301-349).

23. ORCEL (J.), Sur l'existence de la coronadite dans les minerais de manganèse de Bou Tazoult (région de l'Imini, Maroc) (*C. R. Acad. Sc.*, t. CXCIV, 1932, p. 1956).

24. ORCEL (J.) et BERTHELOT (C.), Les Minerais, étude, préparation mécanique, marché. Paris, Baillière, 1930, 544 pages, 24 planches hors texte, 156 figures.

25. ORCEL (J.) et PAVLOVITCH (S.), Les caractères microscopiques des oxydes de manganèse et des manganites naturels (*Bull. Soc. Fr. Min.*, t. LIV, 1931, p. 108-179).

25bis. ORCEL (J.) et FASTRÉ (P.), Courbes de dispersion de quelques étalons de pouvoirs réflecteurs utilisables dans l'étude microscopique des minerais métalliques (*C. R. Acad. Sc.*, t. CC, 1935, p. 1485-1488).

26. PAPP (F.), Neuere Angaben über ungarische Erze (*Földtani Kozlöny*, t. LXII, 1932, p. 57-64, Budapest, 1933).

27. PAVLOVITCH (S.), Étude microscopique de quelques minerais métalliques de Yougoslavie (*Bull. Soc. franç. Min.*, t. LV, 1932, p. 125-138, 6 planches hors texte).

28. PIEPOLI (P.), Étude microscopique de quelques minerais des filons argentifères du Sarrabus (Sardaigne) (*Bull. Soc. franç. Min.*, t. LVI, 1933, p. 277-302).

29. PIEPOLI (P.), Studio micrografico di minerali complessi delle vecchie miniere di cobalto di Usseglio (Valle di Viiù) (*Periodico di Mineralogia*, t. V, 1934, p. 141-153).

30. SAMPSON (ED.), The determination of anisotropism in metallic minerals (*Econ. Geol.*, vol. XVIII, 1923, p. 775-777 ; vol. XXIV, 1929, p. 415).

31. SCHNEIDERHOEHN (H.), Ein neues Photometerokular zur Messung des Reflexionsvermögens in Erzanschliffen (*Zentralb. f. Min.*, 1928-A, p. 394-396).

32. SCHNEIDERHOEHN (H.) et RAMDOHR (P.), *Lehrbuch der Erzmikroskopie*, Bd. II, 714 pages, 1 planche en couleurs, 242 figures ; Berlin (Borntræger), 1931, Bd. I, H. I, 312 pages, 2 planches en couleurs, 145 figures, Berlin, 1934 ; *Bestimmungstabellen*, p. 1-47, Berlin, 1931.

Le tome I est consacré aux méthodes ; le tome II, aux caractères microscopiques de toutes les espèces minérales opaques.

33. VOIGT (H.), *Göttinger Nachrichten*, 1902, p. 1, d'après POCKELS, *Lehrbuch der Kristalloptik*, Berlin, 1906.

34. WALTER, *Wied. Ann.*, t. LXII, 1891, p. 510.

35. WRIGHT (F. E.), Polarized Light in the study of ores and metals (*Proceedings of Amer. Phil. Soc.*, t. LVIII, n° 7, 1919, p. 401-447).

36. WÜLFING, Apparate zur optischen Untersuchung der Mineralien und neue optische Bestimmungen am Diamant und Eisenglanz (*Tschermak's Miner. u. Petr. Mitt.*, t. XV, 1896, p. 49-76).

Explication de la planche hors texte

Cette planche est destinée à donner une idée approchée du pouvoir réflecteur de quelques minéraux et du polychroïsme de réflexion que présentent certains d'entre eux. Les photographies ont été faites en lumière polarisée rectilignement, au grossissement de 72. Les pouvoirs réflecteurs indiqués sont ceux de la lumière bleue.

Polychroïsme de réflexion dans les minéraux opaques.

Fig. I. — Stibine d'Ersa (Cap Corse). La biréflectence maximum de la stibine étant de l'ordre de 0,24, le polychroïsme de réflexion est nettement visible au microscope dans un agrégat de cristaux d'orientations différentes et dévoile sa structure. Dans l'exemple choisi, celle-ci est grenue.

Fig. II. — Covellite de Bor (Serbie). Comme pour la stibine, un agrégat de cristaux de covellite met en évidence d'une façon remarquable le polychroïsme intense du minéral. Les plages grises sur la photographie sont en réalité bleu plus ou moins intense. Ici, la structure est lamellaire.

Différences de pouvoirs réflecteurs entre les constituants d'un minerai métallique.

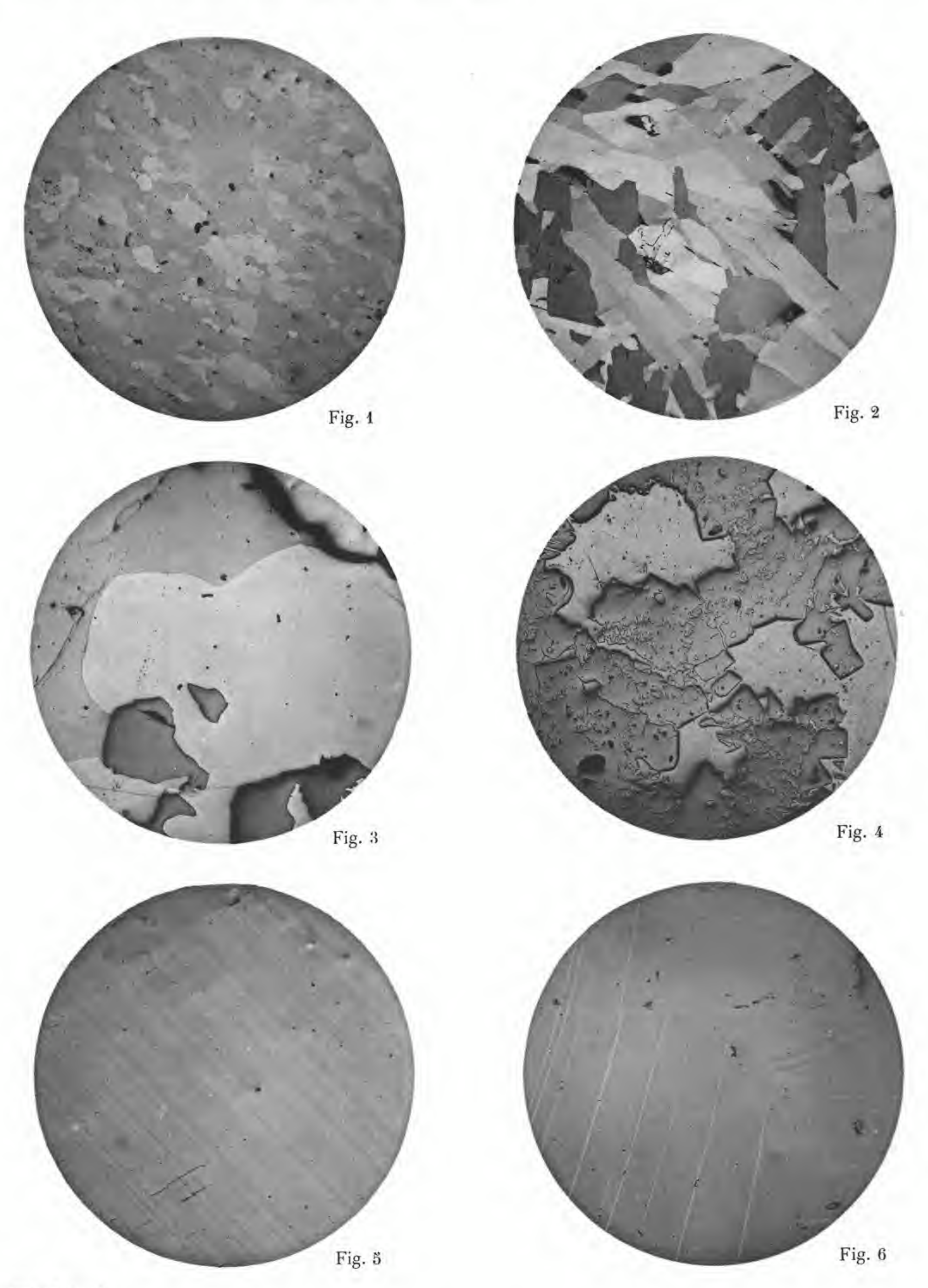
Fig. III. — Minerai plombo-zincifère et argentifère de Rudnik (Serbie). Plages blanches ; galène (P. R. 0,480), plages grises : panabase argentifère (P. R. 0,30). Plages gris foncé : blende (P. R. 0,177). En haut à droite, cerclée d'un liséré noir, plage de pyrite de fer en relief (couleur crème, P. R. 0,47 pour le jaune).

Fig. IV. — Constituants de pouvoirs réflecteurs élevés dans un minerai cobalto-argentifère de Hayleyburg (Ontario). Plages blanches d'argent natif (P. R. 0,865). Plages grises de smaltite (P. R. 0,58).

Polychroïsme de réflexion dans les minéraux transparents.

Fig. V. — Rutile, région de Dschang, Cameroun. Les macles polysynthétiques que présentent ce minéral sont mises en évidence avec beaucoup de netteté (P. R. 0,25 et 0,21).

Fig. VI. — Cipolin de la région de Midongy de l'Ouest (Madagascar). La calcite, très biréfringente, est aussi très biréflectente, mais ses pouvoirs réflecteurs sont faibles. Cette figure montre un agrégat de cristaux maclés dont la structure est nettement dévoilée (P. R. 0,060 et 0,038).



Clichés Pavlovitch.

Pouvoirs réflecteurs de quelques minéraux
en sections polies.

IMP. H. BIENAIMÉ - ASNIÈRES

Source : MNHN, Paris

Chaire de Géologie

Professeur : Monsieur PAUL LEMOINE



FAUJAS DE SAINT-FOND

Les eaux souterraines de la Craie dans le Sud de la Picardie

Par RENÉ ABRARD

Les très nombreuses recherches d'eau potable pour l'alimentation des communes, effectuées dans le département de l'Oise au cours des dernières années, permettent de se rendre compte de l'allure des eaux souterraines dans la craie de cette région, restée sous ce rapport très peu connue.

Ces recherches ont été entreprises en se basant sur des données qui paraissent acquises depuis les travaux de GOSSELET, à savoir que la craie blanche sénonienne normale n'est pas une roche poreuse, que l'eau s'y infiltre par des fissures et qu'il n'y existe pas de nappe proprement dite dans sa masse. Les résultats des travaux entrepris dans la région étudiée confirment pleinement ces considérations générales.

Inexistence d'une nappe phréatique constante. — Sur les plateaux, la craie est en général recouverte par de l'argile à silex, résultant de sa décalcification, et par du limon, plus ou moins argileux, quelquefois épais de plusieurs mètres. A la limite Sud de la région crétacée, aux confins de l'Ile-de-France, elle supporte souvent des lambeaux très étendus de sables de Bracheux. C'est dans les vallées et les vallons qu'elle affleure plus ou moins largement. Dans ceux dont la direction oscille autour de la ligne Nord-Sud, on observe fréquemment le phénomène signalé par L. DOLLÉ (1) de la dénudation de la craie sur le versant exposé à l'Ouest ou au Sud-Ouest, sous l'influence des vents dominants, tandis que le versant opposé, moins abrupt, supporte une certaine épaisseur de limon.

Le limon et l'argile à silex ne sont pas absolument imperméables, et ils laissent, à la longue, pénétrer une bonne partie des eaux de surface dans la craie sous-jacente. Les sables de Bracheux diminuent le ruissellement, se gorgent facilement d'eau à la suite des périodes très pluvieuses et la laissent facilement pénétrer dans la craie.

Des observations effectuées dans un grand nombre de localités situées sur les plateaux

(1) L. DOLLÉ, La circulation des eaux souterraines dans les sédiments crétacés du Nord de la France (*Soc. sc. de l'Agricul. Arts de Lille*, 2 février 1923).

picards résulte la confirmation de l'inexistence d'une nappe phréatique dans la craie, inexistence affirmée par E.-A. MARTEL (1). Dans ces localités, les puits, à moins de la rencontre fortuite et assez exceptionnelle de courants d'eau, n'ont que des débits très faibles et ne rencontrent aucun niveau aquifère que l'on puisse considérer comme une nappe superficielle. Ils sont alimentés par des « pleurs », suintements le long des parois des puits, provenant de fissures peu importantes de la craie. Dans ces fissures, l'eau infiltrée à la surface circule soit de façon à rejoindre des filets plus importants dont la réunion constituera des circulations diaclasiennes, soit, par une descente continue, à atteindre le niveau aquifère de la base de la craie emschérienne, au contact de la craie marneuse imperméable du Turonien supérieur. Beaucoup de ces puits ont une profondeur comprise entre 60 et 100 mètres, ne fournissent qu'une faible quantité d'eau et s'assèchent à la suite d'une période de sécheresse un peu prolongée.

Il arrive que, localement, on rencontre à assez faible profondeur soit une assise de craie dure et peu fissurée, soit une craie normale mais compacte, et que, de ce fait, un niveau aquifère de peu d'étendue soit rencontré.

En principe, la craie sénonienne est fissurée sur toute son épaisseur, et la pénétration de l'eau jusqu'au Turonien apparaît comme assez aisée.

Circulations d'eau dans la craie. — L'eau infiltrée à la surface pénètre dans la masse crayeuse par les multiples petites fissures qui y existent. En beaucoup de points, elle rencontre des circulations plus importantes, véritables drainages souterrains à travers le réseau de diaclases, et ainsi se constitue un véritable réseau hydrographique souterrain qui a une tendance très marquée à reproduire le réseau hydrographique de la surface. C'est ainsi que, sous beaucoup de vallons secs, se rencontrent des courants importants, quelquefois de véritables rivières souterraines (2).

Très souvent, la circulation souterraine vient au jour, au moins en partie, sous forme d'une source qui émerge plus ou moins loin de la tête du vallon. La source du Mesnil-Théribus, dans le bassin de la Seine, celle de Thoix, dans celui de la Somme, sont de cette catégorie. Il arrive très souvent que des sources de ce type ne sont que des exutoires par lesquels se déverse le trop-plein de la circulation souterraine ; à la suite des périodes de sécheresse, il arrive que les ruisseaux auxquels elles donnent naissance voient leur débit diminuer considérablement. Mais, si l'on recherche par puits la circulation souterraine, on constate le plus souvent que son débit a à peine varié.

Ces circulations dans les diaclases de la craie sont constituées par un courant principal qui est le plus souvent accompagné par des courants secondaires qui souvent s'anastomosent ; il est donc indiqué, pour obtenir de gros débits, de recouper l'ensemble par des galeries. Nous avons vu que le réseau souterrain a une tendance très prononcée à calquer le réseau de surface actuel ou ancien. Sous les vallées et les vallons, la craie est beaucoup plus fissurée qu'en n'importe quel autre point ; les eaux ruisselant sur les pentes s'accumulent dans les thalwegs, s'infiltrent et s'écoulent vers l'aval en agrandissant les

(1) E.-A. MARTEL, Nouveau Traité des eaux souterraines, Paris, 1921, p. 305.
(2) Cf. A. DEMANGEON, La plaine picarde, Paris, 1905, p. 111-126.

fissures et les diaclases, par le double processus d'une action mécanique et d'une action chimique.

Souvent, c'est au débouché dans une vallée plus importante que la circulation qui se fait sous un vallon se manifeste en partie par une ou plusieurs sources.

Les sources de Songeons sont un très bel exemple de ce type ; elles sont constituées par une demi-douzaine d'émergences, échelonnées sur 1 kilomètre environ à l'Ouest de la localité. Leur débit peut être estimé à 18 000 mètres cubes par jour ; à la fin de l'année 1934, à la suite d'une période de sécheresse de près de trois années, il était encore de cet ordre. Ces sources représentent la venue au jour d'une partie des circulations souterraines qui se font sous le vallon qui vient du Nord-Ouest, de la direction d'Ernemont. Le vallon principal, très marqué, reçoit un nombre important de vallons adventifs qui drainent un périmètre d'alimentation très étendu. Les courants souterrains rejoignent la vallée du Thérain en coupant l'éperon calcaire qui porte la cote 181. Ce fait est constant et s'observe également dans les vallons qui présentent des courbes. Les sources de Songeons permettent d'observer un autre phénomène, qui est celui de la division en éventail des courants souterrains lorsqu'ils se jettent dans une vallée principale.

Sous les vallées principales, la craie est généralement très fissurée ; il y a un véritable fleuve souterrain qui coule en profondeur sous le fleuve de surface, circulation souterraine qui se fait à travers un réseau de diaclases plus ou moins parallèles. Un forage de 50 m. exécuté à Pont-l'Évêque, près de Noyon, rencontre ainsi dans la craie un débit important. Ceci s'observe dans la plupart des régions où la craie sénonienne se présente avec ses caractères normaux. A Châlons-sur-Marne, par exemple, la craie est très fissurée sous la vallée, et les puits et forages d'une grande brasserie y rencontrent un débit très considérable, à des profondeurs variant entre 25 et 42 mètres.

Niveau aquifère du sommet du Turonien. — Nous avons vu que, en principe, la craie sénonienne est fissurée sur toute son épaisseur, abstraction faite des points plus ou moins localisés où elle est compacte et pratiquement imperméable. Une partie des eaux infiltrées rejoint les courants souterrains dont il vient d'être parlé, mais une autre, très importante, descend à travers les fissures jusqu'à la base de la craie emschérienne. Sous celle-ci, on rencontre le Turonien représenté par une craie sans silex, beaucoup plus marneuse que la craie sénonienne, et qui présente à son sommet un niveau dit « marnes à *Terebratulina gracilis* », imperméable. Ce niveau, bien net dans le Nord de la France, l'est moins dans le Bassin de Paris, mais le sommet du Turonien est toujours assez imperméable pour arrêter les eaux infiltrées. Il en résulte que, vers le contact Sénonien-Turonien, s'établit un niveau aquifère d'excellente qualité, constitué par le remplissage du réseau de diaclases et de fissures de la craie sénonienne inférieure à *Micraster cortestudinarium.*

Ce niveau aquifère se rencontre dans le département de l'Oise, entre 90 et 130 mètres de profondeur, suivant que l'on se trouve sur l'Emschérien ou sur l'Aturien. Un certain nombre de forages de ce type alimentent des distilleries. Au cours des dernières années, il en a été exécuté plusieurs pour l'alimentation des communes. Celui de Sarnois, qui prolonge un puits situé dans la localité, a 120 mètres de profondeur et fournit une eau

pratiquement stérile ; les essais ont été effectués à 10 mètres cubes à l'heure, mais le débit réel est beaucoup plus important. Un forage du même type vient d'être terminé pour l'alimentation des communes de Grez et du Hamel ; sa profondeur est de 120 mètres et, après deux acidifications, le débit est de 20 mètres cubes à l'heure. A la laiterie de Fouilloy, le même niveau aquifère, rencontré à une profondeur comparable, peut fournir 15 mètres cubes à l'heure après une acidification.

Il y a là une importante ressource en eau, dans une région peu favorisée sous ce rapport. Il y aura lieu de tenir compte que les conditions deviennent moins favorables lorsqu'on se rapproche de l'accident tectonique du pays de Bray.

Les Foraminifères microscopiques

Quelques considérations sur leur utilisation en géologie

Par JEAN LACOSTE
Docteur ès sciences.

On a assisté depuis une quinzaine d'années à un renouvellement complet de l'étude des Foraminifères. Quand, il y a un peu plus de cent ans, en 1826, A. D'ORBIGNY, reprenant en cela des idées de LAMARCK, signalait dans la classe des Céphalopodes « ces organismes à coquille perforée », on ne vit là qu'un intérêt purement zoologique. Mais on ne soupçonna pas le rôle géologique que pouvaient jouer ces organismes.

La question s'étant enrichie des études fondamentales de D'ORBIGNY lui-même, puis de BRADY, de NEUMAYR, d'Henri DOUVILLÉ, de SCHLUMBERGER, de Paul LEMOINE et R. DOUVILLÉ, il faut cependant attendre 1920 pour voir l'épanouissement des recherches sur les Foraminifères. C'est que leur étude, tout en restant de science pure, a reçu une remarquable application pratique dans la géologie des gisements de pétrole. Certes, des familles spéciales, telles que Nummulitidés et Orbitoïdés, avaient déjà donné lieu à des études détaillées, en relation avec la stratigraphie, mais les nombreuses familles de ce que l'on peut appeler les petits Foraminifères, ou Foraminifères microscopiques, ne sont étudiées méthodiquement que depuis peu.

La géologie appliquée aux gisements de pétrole se trouvait en effet devant la nécessité absolue de distinguer, dans certains complexes marneux ou marno-sableux, des coupures stratigraphiques suffisamment fines pour permettre la corrélation rationnelle des sondages.

De tels complexes sont très généralement stériles en gros fossiles, de même qu'en Nummulites et Orbitoïdes. Il devenait essentiel de tirer parti de la faune microscopique, souvent extrêmement abondante, que contiennent ces terrains.

Pourtant, bien des géologues ont souvent hésité à admettre la valeur de cette méthode en stratigraphie. L'évolution et la répartition des différentes formes étant très mal connues, on se demandait s'il était possible d'établir avec elles une véritable chronologie, à signification générale, dégagée des influences locales et des récurrences de faciès.

Les résultats sont tels qu'on peut aujourd'hui *affirmer la possibilité d'établir une stratigraphie uniquement sur les Foraminifères microscopiques, aussi bien et parfois peut-être plus facilement qu'avec d'autres fossiles marins.* Il ne semble pas que cette notion ait été suffisamment répandue. Il s'en faut, et c'est dommage, qu'elle soit unanimement adoptée.

Personnellement, nous avons eu l'occasion d'appliquer cette méthode de recherches à la géologie du Nord marocain pour les travaux du Bureau de recherches minières, et nous avons déjà indiqué (1) quels résultats essentiels elle nous avait apportés dans ce pays où les mêmes faciès se répètent à différents étages, où le mimétisme curieux des marnes, en particulier, brouillait fréquemment et rendait aléatoires les déterminations stratigraphiques et les interprétations tectoniques. Cette méthode, nous désirons l'étendre et essayer d'en déduire une échelle stratigraphique valable pour les terrains secondaires et tertiaires, tout d'abord, de ces régions.

Mais c'est précisément parce que cette méthode est féconde qu'il convient de la rendre aussi parfaite que possible.

Ce qui est délicat dans l'étude des Foraminifères, ce n'est pas la préparation de ces faunes microscopiques qu'on isole le plus souvent assez facilement, en résidu sableux, par lavage des marnes sur tamis et sous un courant d'eau. Les restes fossiles des Foraminifères apparaissent alors très bien conservés et permettent d'observer toutes leurs ornementations.

Les difficultés principales qu'offre actuellement cette étude résident tout d'abord dans la documentation, ensuite dans le choix d'une classification.

En ce qui concerne la *documentation*, l'abondance des publications sur la question n'apporte pas toujours la clarté, car il ne s'agit le plus souvent que de courtes études isolées, décrivant quelques formes. Trop rares sont encore les monographies par étages ou par zones. L'apparition des travaux américains de CUSHMAN, de l'Université de Massachusetts, et ceux de GALLOWAY, de l'Université d'Indiana, ont cependant marqué un progrès considérable. Remarquons, en passant, la rareté des travaux en langue française, sur cette question.

Au point de vue de la *classification*, tous les essais actuels sont basés sur l'aspect et la structure morphologiques des coquilles fossiles en utilisant la combinaison des différents caractères qu'avait remarqués BRADY : nature du test, forme de la coquille, forme de la bouche, disposition des chambres, etc.

Mais il faut bien reconnaître que les classifications actuelles laissent à désirer. Il est nécessaire qu'elles tiennent compte des relations biologiques et soient appuyées sur la phylogénie. Or, il semble bien que *toutes les esquisses phylogénétiques qui ont été jusqu'ici proposées sont illusoires.*

En effet, on hésite encore sur les caractères mêmes des types ancestraux. Les formes primitives sont-elles les formes chitineuses, ou calcaires, ou arénacées ? Sont-elles symétriques ou plutôt irrégulières ? Sont-elles globulaires ou au contraire tubulaires ?

Autant de points sur lesquels les avis divergent et dont la solution relève plutôt de l'appréciation subjective que de faits nettement observés.

(1) J. LACOSTE, Études géologiques dans le Rif méridional, t. I, p. 294 et suiv., p. 435.

En 1906, dans son très bel *Essai sur l'évolution et l'enchaînement des Foraminifères* (1), M. Henri DOUVILLÉ indiquait ce qu'il pensait des types fondamentaux et du sens de certaines évolutions.

A son avis, la forme initiale du test est la spire enroulée; la première enveloppe était chitineuse, et les formes arénacées ont évolué en formes calcaires.

Sur ce dernier point, CUSHMAN énonce le même avis; GALLOWAY y est opposé et professe en outre que la forme primitive est la forme globulaire et symétrique (2).

On conçoit que, dans ces conditions, les séries phylogénétiques apparaissent fort différentes et que les principes les plus essentiels de la classification doivent encore s'enrichir de faits d'observation.

A ce point de vue, les études paléontologiques peuvent apporter de précieux renseignements. Toutefois, si les Foraminifères tertiaires sont assez bien connus, ceux des terrains plus anciens, et en particulier Trias et Primaire, n'ont donné lieu qu'à peu d'études. D'importantes lacunes sont encore à combler. Des *prélèvements méthodiques* sont pour cela nécessaires, suivis de la recherche minutieuse des causes réglant la répartition géologique de ces organismes. On doit pour cela *prendre garde aux cas fréquents de remaniement qui constituent un danger constant pour l'étude rationnelle des Foraminifères fossiles.*

Cette étude, aidée par celle des Foraminifères actuels, permet déjà de distinguer différents facteurs réglant la répartition des Foraminifères.

Ces facteurs peuvent être paléogéographiques et physiques.

FACTEURS PALÉOGÉOGRAPHIQUES. — Alors que, durant le Crétacé, les communications des divers océans assurent une répartition assez uniforme des faunes, au Tertiaire des mouvements tectoniques créent et isolent des provinces fauniques dans lesquelles des spécialisations et des différenciations des Foraminifères se produisent. Il y a apparition de formes caractéristiques dans des régions limitées ; telle est, pour de plus grands Foraminifères, la localisation des Lépidocyclines dans l'Éocène d'Amérique, alors qu'elles n'apparaissent en Europe qu'à l'Oligocène. Telle est aussi la localisation des Nummulites, qui sont des Foraminifères mésogéens, les colonies que l'on trouve plus au Nord n'étant, comme l'a montré M. H. DOUVILLÉ, que des dérivées des formes mésogéennes. Encore y a-t-il des bassins d'où sont issues certaines migrations; il en est ainsi pour l'Inde, qui a été le berceau de *N. planulatus*, répandue ensuite vers l'Ouest de la Mésogée, ainsi que l'a indiqué R. ABRARD (3).

Ces mêmes influences paléogéographiques du Tertiaire apparaissent encore actuellement dans la répartition des provinces fauniques.

FACTEURS PHYSIQUES. — *Température.* — L'un des plus importants parmi ces facteurs est la température. C'est ainsi qu'on distingue le groupe des faunes de mer chaude présen-

(1) H. DOUVILLÉ, *Bull. Soc. Géol. franç.*, t. VI, 1906, p. 588-602, 3 figures, 1 planche.

(2) C'est, dit GALLOWAY, un héritage de l'ancienne métaphysique de penser que les formes régulières dérivent des formes rrégulières, que la symétrie sort du chaos.

(3) R. ABRARD. Paléobiogéographie de *Nummulites planulatus* (*A. F. A. S. Grenoble*, p. 4-12).

tant des particularités selon les provinces méditerranéennes, atlantique, indo-pacifique, est-africaine.

Il peut y avoir d'ailleurs adaptation de formes froides à des zones tempérées par changements bathymétriques. C'est ce qui a été observé pour le genre *Cassidulina.*

Il semble que ce soit surtout la température propice au stade larvaire qui règle la répartition des espèces.

Profondeur. — Ce facteur intervient aussi. D'après CUSHMAN, seules les formes arénacées, Haplophragmoïdes, Rhéophax, etc., peuvent persister dans les zones océaniques profondes et froides, où il y a rareté de CO^3Ca, alors que les formes calcaires, Globigérinidés et Globorotalidés sont essentiellement pélagiques.

Il est possible que la profondeur soit un facteur moins déterminant que la température au point de vue de la répartition des Foraminifères. Toutefois, *pour les observations géologiques, ce sont, en définitive, des variations de profondeur que nous voyons coïncider avec l'apparition ou la disparition des espèces.* Ainsi, les Orbitoïdes n'apparaissent que dans les zones peu profondes de balancement des marées ; ainsi, dans la série des marnes crétacées rifaines, voit-on parfois brusquement les formes arénacées *Ammodiscus, Haplophragmoides, Dictyopsella,* se substituer aux formes calcaires, cette substitution étant due à des modifications bathymétriques.

Nous touchons le vaste et délicat problème des variations de faunes avec les variations de faciès. La plupart des Foraminifères y sont à ce point sensibles que la valeur stratigraphique d'une faune de ces organismes ne présente fréquemment qu'une valeur à vérifier et modifier selon les variations latérales ou verticales de faciès. On saisit là les causes qui rendent parfois difficiles à la fois l'établissement de séries phylogénétiques, et aussi des successions stratigraphiques valables pour des zones de grande extension. En effet, comment, par exemple, envisager les relations stratigraphiques et les filiations entre une faune calcaire et une faune arénacée apparemment et approximativement de même âge, mais jamais associées ? Pour la solution de tels problèmes, biologistes, paléontologistes, stratigraphes doivent apporter une grande prudence.

La *salinité* modifie aussi la composition des faunes de Foraminifères. Une espèce, *Rotalia Beccari,* serait assez bien adaptée aux conditions saumâtres. La plupart des formes disparaissent dès que ces conditions s'accentuent. Ainsi, dans certains horizons lagunaires du Miocène d'Afrique du Nord, les Foraminifères sont absents.

En définitive, l'importance des résultats obtenus, et en un temps relativement court, en géologie, par l'étude des Foraminifères microscopiques, permet de considérer cette méthode comme une des meilleures dont dispose la stratigraphie. Toutefois, pour améliorer les conditions de cette étude, pour faciliter la reconnaissance des espèces, régler leur dénomination, éviter l'écueil trop fréquent des synonymies, il paraît nécessaire, d'une part, de s'orienter de plus en plus vers une classification biologique qui pourra faire apparaître des séries phylogénétiques, et aussi, d'autre part, de dégager les facteurs divers qui ont pu intervenir dans la répartition géologique des Foraminifères.

La formation et l'épaisseur des sédiments dans l'Aurès (Algérie)

et dans quelques autres régions du bord sud de la Mésogée

Par ROBERT LAFFITTE

Quoique l'étude géologique du Nord de l'Afrique ait fait l'objet de nombreux travaux, il est un caractère de beaucoup de séries stratigraphiques que les auteurs ont, en général, assez peu étudié : c'est l'épaisseur des couches. Cependant, les séries offrent fréquemment des variations de puissance très rapides, et elles atteignent parfois une épaisseur considérable, inconnue dans les régions classiques d'Europe.

Ainsi, dans l'Aurès, le Cénomanien dépasse en certains points 1 000 mètres, alors qu'au Mans où, d'après M. Paul LEMOINE, son épaisseur est plus grande que partout ailleurs dans le Bassin de Paris, elle est d'environ 100 mètres (1). D'ailleurs, dans l'Aurès, tout le Crétacé se présente avec une très grande épaisseur ; sur le flanc Sud du djebel Lazereg, dans le centre de la région, il forme un immense affleurement monoclinal, plongeant au Sud-Est, entre le Jurassique et le Nummulitique, et son épaisseur, facilement mesurable, n'est certainement pas là inférieure à 5 000 mètres, et même, en additionnant les plus grandes puissances observées pour chaque étage, on arrive à une évaluation de 6 000 mètres, supérieure à celle que peut donner l'observation directe. Cela tient à ce que les verticales sur lesquelles les étages avaient leur épaisseur maximum ne coïncident pas.

Examinons maintenant les faciès de ces couches dans l'Aurès (2). La composition du Crétacé est la suivante :

SÉNONIEN. — Marnocalcaires à Échinides très abondants, Gastropodes, Lamellibranches, principalement des Ostracés, à Bryozoaires qui constituent parfois entièrement certains calcaires, enfin à rares Céphalopodes.

TURONIEN. — Récifs calcaires à Rudistes, Polypiers, Algues calcaires et Bryozoaires

(1) PAUL LEMOINE, Géologie du Bassin de Paris, p. 165-166.
(2) Pour plus de détails, voir ROBERT LAFFITTE, *C. R. Acad. Sc.*, t. CXCVIII, p. 191 ; t. CXCIX, p. 1321 et 1437.

ou Marnocalcaires à Gastropodes, Lamellibranches, mais sans Rudistes, Échinides, Bryozoaires, et toujours rares Céphalopodes.

CÉNOMANIEN. — Marnocalcaires à Échinides et Ostracés, mais à Rudistes rares, bref, présentant toute la faune néritique classique en Afrique du Nord depuis les travaux de COQUAND, PERON, PERVINQUIÈRE, etc.

ALBIEN. — Grès à bois flottés, dents de squales ; grès avec empreintes de Gastropodes et de Lamellibranches ; grès avec intercalations de lumachelles d'Huîtres et de bancs calcaires à rares Ammonites.

APTIEN. — Calcaires à Rudistes (Polyconites et Toucasia), Orbitolines, Polypiers Nérinées ; Calcaires oolithiques ; calcaires marneux à Échinides ; dolomies ; grès à Orbitolines ; marnes à Huîtres et Brachiopodes.

NÉOCOMIEN. — Grès à « ripple-marks » ; calcaires notamment à petites Orbitolines ; dolomies ; marnes avec Brachiopodes et Bélemnites.

La nature de tous ces sédiments et leur faune montrent qu'ils se sont formés sous une épaisseur d'eau très faible ; en particulier, les bancs d'Huîtres ornées, qui ne devaient être recouverts que de quelques dizaines de mètres d'eau au maximum, et dont on retrouve des répétitions nombreuses au sein d'une série de plusieurs kilomètres d'épaisseur, oblige à admettre l'existence de mouvements d'affaissements répétés : on a là un très bel exemple de « subsidence ». Son existence, telle qu'elle ressort des considérations précédentes, est encore appuyée par les études stratigraphiques de détail, par exemple par une coupe comme celle du Sénonien d'El Kantara telle qu'on peut l'observer entre l'Oasis et les calcaires, turoniens du flanc Sud du massif du Metlili et qui est, de haut en bas, la suivante :

Marnocalcaires à moules internes de Gastropodes et de Lamellibranches.

Calcaires à Inocérames.

Marnes à Échinides avec intercalations de calcaires crayeux blanchâtres à Échinides. Huîtres, Plicatules, Spondyles, Janires, Inocerames, Nérites, Bryozoaires, Spongiaires et rares Céphalopodes.

Marnocalcaires à Échinides, Inocérames avec bancs de gypse répétés.

Marnocalcaires à Échinides et Ostracés.

Marnocalcaires à Échinides très abondants, Huîtres, Plicatules, Vulselles, Cerithes, Éponges... Céphalopodes (*Tissotia* surtout), Bryozoaires et Huîtres fixés sur les Ammonites.

Marnocalcaires à Échinides et Ostracés.

L'épaisseur totale de ces couches est d'environ 2 500 mètres. Or, la faune de ces assises par sa composition et par l'abondance des individus de chaque espèce, — certaines couches sont formées d'Oursins jointifs, — montre qu'aucune n'a pu se déposer sous une grande profondeur d'eau ; la fréquence des Mollusques herbivores (*Nerita*) prouve que ces sédiments se sont formés dans la zone des Algues, c'est-à-dire à moins de 100 mètres de profondeur, car les besoins de lumière de ces végétaux font qu'ils ne sont jamais abondants au-dessous de cette cote ; les bancs de gypse, interstratifiés au milieu de la formation, prouvent même qu'à certains moments le fond devait être très voisin de la surface. Donc, on ne peut pas refuser à cette région d'avoir été une aire d'ennoyage, une zone de subsidence, dont le fond devait s'abaisser d'une façon très rapide : 2 500 mètres pour la durée d'un étage du Crétacé.

Cet exemple d'une accumulation de sédiments néritiques sur une aussi grande épaisseur n'est d'ailleurs pas particulière à l'Aurès. On peut en citer de nombreux autres exemples, presque aussi typiques, sur le bord méridional de la Mésogée.

M. J. SAVORNIN (1) a attiré depuis longtemps l'attention sur l'épaisseur considérable du Crétacé inférieur dans la chaîne du Bellezma, située à l'Est du Hodna. Il écrit au sujet du Crétacé inférieur : « ... la puissance est certainement supérieure à 2 000 mètres. L'Aptien, à lui seul, n'a pas moins de 750 mètres et le Valanginien peut atteindre 500 mètres ». Or, toute cette série est, ici encore, formée par des sédiments néritiques : calcaires marneux, argiles avec grès quartziteux à surface ondulée, marnes versicolores à Brachiopodes, grès à Ripple-marks, calcaires récifaux à Rudistes et à Orbitolines. Ici aussi, on a donc encore l'affaissement du fond qui avait lieu en même temps que le dépôt des couches.

G. ZUMOFFEN (2) attribue 700 mètres d'épaisseur au Cénomanien du Liban septentrional, représenté par des calcaires dits « calcaires du Liban », faciès récifal et zoogène avec une abondante faune néritique : Lamellibranches, Ostracés, Rudistes, Gastropodes (Nérinées, Actæonelles...), rares Céphalopodes (*Acanthoceras*) et Échinides abondants. L'accumulation de calcaires zoogènes sur 700 mètres d'épaisseur prouve l'existence de la subsidence en ce point.

Dans une région voisine, en Palestine, M. L. PICARD m'a dit qu'il faut attribuer 2 000 mètres d'épaisseur au Crétacé supérieur du Cénomanien au Sénonien. Le faciès est voisin des précédents : les Échinides et les Ostracés sont toujours les fossiles les plus abondants.

Ce phénomène de la subsidence ne fut d'ailleurs pas limité au Crétacé. On peut en citer des exemples à d'autres périodes. Ainsi, en Égypte, M. J. CUVILLIER (3) donne la coupe suivante du Lutétien inférieur du djebel Drounka :

Calcaires friables à *Ostrea, Vulsella, Sismondia, Echinolampas.*
Argiles et calcaire à *Nummulites.*
Calcaire friable. Calcaire à nodules siliceux. *Alveolina, Echinanthus.*
Calcaires à Échinides, *Sismondia, Nummulites.*
Calcaires schisteux à *Ostrea, Tellina, Vulsella, Cardita, Chama, Corbis, Cytherea, Cardium, Turritella, Discohelix, Calyptrea, Nerita, Heligmotoma, Mesalia, Thersitea, Rimella, Terebellum.*
Calcaires avec fragments d'appendices de Crustacés littoraux (*Callianassa*), *Cerithium, Vulsella, Cardium, Meretrix, Schizaster, Echinolampas, Nummulites, Orbitolites.*
Calcaires, avec à la base *Nummulites, Alveolina, Orthophragmina, Operculina.*
Calcaire avec *Conoclypeus, Rhabdocidaris, Thagastea, Linthia, Plesiospatangus, Sismondia, Vulsella, Spondylus,* tubes d'Annélides, *Callianassa.*

L'épaisseur totale de ces couches, toutes attribuées au Lutétien inférieur, est de 300 mètres. Donc, pendant une période aussi courte, fraction d'un étage du Tertiaire, le substratum anté-Lutétien du djebel Drounka s'est affaissé progressivement d'environ

(1) J. SAVORNIN, Étude géologique de la région du Hodna et du Plateau Sétifien (*Bulletin du Service de la carte géologique de l'Algérie*, Alger, 1930, 2e série, no 7, p. 208-209).

(2) G. ZUMOFFEN, Géologie du Liban, Paris, 1926, p. 111.

(3) J. CUVILLIER, Revision du Nummulitique égyptien (*Mémoires de l'Institut d'Égypte* et *Thèse Paris*, Le Caire, 1930, 104-106).

300 mètres, la faune des différents niveaux attestant qu'ils se sont tous formés à des profondeurs très faibles, de trois ou quatre dizaines de mètres au maximum.

La présence de ces épaisseurs de sédiments néritiques non seulement apporte une contribution importante à la preuve des mouvements de subsidence, mais encore pose un problème important, celui de l'origine de pareilles masses de sédiments : 1 000 mètres de Cénomanien, 2 500 mètres de Sénonien, 300 mètres de Lutétien inférieur, épaisseurs inconnues dans les régions classiques de l'Europe occidentale.

Tous les exemples cités ont été pris sur le bord Sud de la Mésogée : dans le Sud de l'Algérie, en Égypte, en Palestine et au Liban. On était là à la bordure d'une immense aire continentale, le « Bouclier saharien » ou « grand plateau désertique » d'Ed. SUESS ; alors que les bassins crétacés d'Europe se sont formés entre des massifs hercyniens de dimensions réduites, Nord-Ouest des Iles Britanniques, Ardennes et Massif Rhénan, Bohême, Vosges, Forêt-Noire, Massif Central français, Armorique, zone axiale des Pyrénées, etc.

Aussi est-on amené à penser qu'il n'y a rien d'étonnant à ce que, alors que les sédiments formés parmi des îles de quelques centaines de kilomètres ne dépassent pas des épaisseurs de quelques centaines de mètres, ceux qui se sont déposés à la périphérie d'un continent de plusieurs milliers de kilomètres ont des épaisseurs qui se chiffrent par des milliers de mètres : l'érosion, agissant sur un continent plus grand, devait envoyer à la mer des matériaux en quantité plus importante, donnant naissance à une sédimentation plus active.

Dans le détail des faits, on constate d'ailleurs une liaison constante entre l'état du Continent saharien et la nature de la sédimentation à la bordure.

Ainsi, au Crétacé inférieur, c'est-à-dire du Valanginien à l'Albien, le continent Saharien était entièrement émergé ; aucun dépôt marin de cet âge n'y est connu. A cette époque, les grès et quartzites tiennent une place prépondérante dans les sédiments de l'Aurès, et les marnes et calcaires y ont une importance bien moindre. Au contraire, au Crétacé supérieur, le continent saharien fut partiellement recouvert par la transgression cénomanienne, et seuls restèrent émergés des massifs éloignés de l'Aurès, tels ceux du Sud marocain, l'Ahaggar et le Tibesti. Aussi, à cette époque, la sédimentation fut-elle dans l'Aurès uniquement marneuse et calcaire. Dans la formidable accumulation de sédiments du Crétacé de cette région (2 500 mètres de Sénonien, 800 mètres de Turonien, 1 000 mètres de Cénomanien, en certains points), je n'ai jamais constaté l'existence du moindre banc de grès. A la limite des deux formations de caractère si tranché s'intercale le Vraconnien représenté dans l'Aurès et dans certaines régions voisines, par exemple au Bou Thaleb, au Nord du Hodna, par des marnes phosphatées. Peut-être peut-on voir dans la présence de ce faciès spécial un écho de la grande transgression cénomanienne qui dut à cette époque déferler sur le continent saharien.

On peut d'ailleurs comparer l'Aurès et le continent Saharien non seulement en ce qui concerne leur paléogéographie, mais encore au point de vue de l'épaisseur des sédiments. M. J. SAVORNIN (1) estime ainsi les épaisseurs de la couverture crétacée du Sahara Sud-

(1) J. SAVORNIN, Les territoires du Sud de l'Algérie, Alger, 1930, p. 60.

Constantinois : Sénonien, 255 mètres ; Turonien, 100 mètres ; Cénomanien, 200 mètres. On voit que ces épaisseurs sont comparativement très faibles.

De même, au Nord de l'Aurès, dans le géosynclinal Tellien, les épaisseurs du Crétacé sont faibles. M. J. Blayac (1) a étudié la région située au Nord-Ouest de l'Aurès : le bassin de la Seybouse. L'Aptien qui, dans l'Aurès, est sous un faciès gréseux ou récifal, a un faciès franchement bathyal dans le Nord du bassin de la Seybouse, comme le montre la faune trouvée par M. Blayac, dont voici la liste générique avec le nombre d'espèces à rapporter à chaque genre : *Lytoceras* (10), *Macroscaphites* (1), *Desmoceras* (17), *Haploceras* (1), *Silesites* (4), *Oppelia* (4), *Parahoplites* (4), *Douvilleiceras* (5), *Acanthoceras* (1), *Ptychoceras* (1), *Lucina* (1), *Terebratula* (2), *Pentacrinus* (2) ; cet auteur dit de cette faune (*loc. cit.*, p. 218) : « Les Céphalopodes y sont très abondants ; les autres Mollusques et les Échinides y sont exceptionnels ; tous ces fossiles sont à l'état de pyrite de fer ». La nature lithologique de tous ces dépôts, qui sont uniquement des marnes très fissiles avec concrétions de pyrite de fer, permet aussi de les qualifier de bathyaux. Or, ils ont une épaisseur de 25 à 30 mètres (J. Blayac, *loc. cit.*, p. 218), alors que l'Aptien néritique atteint 500 mètres dans l'Aurès.

De même, dans cette région, — toujours d'après M. J. Blayac, — l'Albien a une épaisseur très réduite à l'oued Cheniour, où il se présente sous son faciès bathyal. On peut même suivre sa diminution d'épaisseur du Sud au Nord : dans l'Aurès, la puissance de cet étage est de 300 mètres ; elle tombe à 200 plus au Nord dans les Hautes-Plaines, pour n'avoir finalement plus que $1^{m},50$ à l'oued Cheniour, où il est complet : compris entre la zone de Clansayes et le Vraconnien.

On a là pour l'Albien un phénomène de *condensation* qui rappelle celui qu'a décrit Arnold Heim dans une note récente, écrite à propos des Alpes suisses (2).

Une comparaison avec les épaisseurs observées par M. L. Joleaud au Nord de l'Aurès, dans la région de Constantine (3), donnerait des résultats analogues, mais elle est rendue plus difficile à cause des complications tectoniques et des enchevêtrements de faciès constatés par cet auteur.

Toutes ces considérations permettent de donner des régions Sud-Constantinoises et Constantinoises, aux temps crétacés, le schéma suivant. On a, du Sud au Nord :

Un massif toujours émergé, l'Ahaggar dans l'extrême-Sud, puis la région de l'Irar'rar-Oued Rhir, plate-forme qui fut recouverte au Crétacé supérieur, mais où les sédiments de cet âge ont une épaisseur comparativement faible, puis une région bordière du continent, l'Aurès, où la puissance du Crétacé est maximum, quoiqu'il se présente sous son faciès néritique, et enfin au Nord une région dite géosynclinale, le Tell, où les sédiments bathyaux se présentent sous une faible épaisseur.

En résumé, du faîte ancien du Sahara au géosynclinal tellien, on assiste à des variations considérables d'épaisseur des sédiments avec un maximum impressionnant dans l'Aurès, c'est-à-dire à la limite de l'aire continentale. Des constatations analogues ont été

(1) J. Blayac, Esquisse géologique du Bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines (*Bull. du Service de la carte géologique de l'Algérie*, 2e série, no 6, Alger, 1912).

(2) Arnold Heim, Stratigraphische Kondensation (*Eclogæ Geologicæ Helvetiæ*, vol. XXVII, no 2, décembre 1934, p. 372).

(3) L. Joleaud, Étude géologique de la chaîne Numidique et des monts de Constantine, Montpellier, 1912.

faites ailleurs. M. E. Roch (1), dans sa remarquable étude du Sud-Ouest du Maroc, faisait remarquer que, contrairement à l'opinion classique, « il n'est pas toujours vrai qu'une série marine perde sa puissance à mesure que s'affirme son caractère littoral ». M. E. Roch rappelle à ce propos un schéma de M. M. Gignoux qui tente un raccord à propos du Crétacé des nappes helvétiques et indique dans sa légende que « le maximum d'épaisseur ne se rencontre d'ailleurs pas dans la zone la plus profonde, mais bien un peu plus près de la zone littorale Nord (2) ».

Comment expliquer ces faits ? M. E. Roch attribue un grand rôle aux courants côtiers pour expliquer la présence d'épaisseurs maximums dans les faciès néritiques. Il dit en effet : « J'interprète l'augmentation dans la puissance constatée des sédiments comme le résultat de courants littoraux qui accumulaient, en certains points, les produits de désagrégation d'une terre émergée. »

Mais, d'une part, on conçoit mal que des courants puissent accumuler dans une mer de quelques dizaines de mètres de profondeur des centaines de mètres de sédiments, et d'autre part, je n'ai — personnellement dans l'Aurès — pas constaté l'influence de courants : faciès de brassage, stratification entre-croisée, etc.

Je pense que, dans cette dernière région, des apports de matériaux qui provenaient de l'immense Continent saharien et leur accumulation dans une région en voie d'affaissement lent et prolongé en bordure de l'aire continentale explique mieux la colossale accumulation de sédiments néritiques dans l'Aurès.

Une explication analogue doit être valable pour beaucoup de régions, notamment celle étudiée par M. E. Roch, où le phénomène constaté est très analogue, quoique moins considérable.

En ce qui concerne le géosynclinal tellien, une chose est certaine, c'est que la sédimentation y fut moins active, ce que l'on peut expliquer par son éloignement plus grand du Continent saharien.

De plus, la subsidence, considérée comme un caractère essentiel des géosynclinaux, y fut peut-être moins grande que dans l'Aurès, où, pour le seul Crétacé, elle est attestée par la présence de 5 000 à 6 000 mètres de sédiments. La région bordière du continent fut donc la région où l'affaissement atteint sa valeur maximum.

Tout ceci amène finalement à penser que : *Si une zone d'affaissement se trouvait au voisinage d'un continent, elle était comblée, au fur et à mesure, par des apports terrigènes, et il s'accumulait des sédiments néritiques, tandis que, loin d'un continent, elle se remplissait moins vite qu'elle ne s'approfondissait, et il s'y formait des sédiments bathyaux d'une épaisseur plus faible.*

(1) E. Roch, Études géologiques dans la région méridionale du Maroc occidental (*Protectorat de la République française au Maroc. Direction générale des Travaux publics*, Mâcon, 1930).

(2) M. Gignoux, Géologie stratigraphique, Paris, 1926, p. 389 et figure 84.

Les Grès fossilifères du Rupélien de Belleville

Par ROBERT SOYER

Les grès fossilifères signalés en 1810 par BRONGNIART à Paris et dans la proche banlieue : Montmartre, Belleville, Romainville, revus et étudiés par G.-F. DOLLFUS, L. JANET, M. MORIN et nous-même, ont toujours été considérés comme une assise tabulaire démantelée surmontant la masse azoïque des sables de Fontainebleau. Les sables quartzeux blancs et roux sous-jacents, observés en affleurement par ces auteurs, n'avaient jamais présenté d'assise gréseuse intercalée.

Les travaux de la ligne n° 11 du Métropolitain, qui pénètre dans le Rupélien à la Place des Fêtes, nous ont permis de faire de nouvelles observations, en particulier dans les fouilles de la station *Télégraphe,* établie à l'angle de la rue de Belleville et de la rue du Télégraphe.

En raison de la nature ébouleuse des sables, fort épais à cet endroit, les terrassements ont été effectués à ciel ouvert, sous la protection de rideaux de palplanches, ce qui a facilité grandement les observations géologiques.

Les coupes suivantes ont été relevées :

COUPE N° 1.
Sol à 125^{m},60.

Remblai et terre végétale	1,40	124,20
Sable fin, blanchâtre	1,70	122,50
Sable brun, plaquettes gréseuses	0,10	122,40
Sable jaune	0,80	121,60
Sables blancs, filets jaunes et noirs	0,85	120,75
Grès tendre, blanc, sans fossiles	0,25	120,50
Sable jaune compact	0,18	120,32
Grès jaunâtre tendre, fossiles	0,07	120,25
Sable jaune, traces de fossiles	0,10	120,15
Grès jaune, compact, fossiles	0,50	119,65
Sable blanc fin	0,52	119,13

Grès blanc tendre, fossiles	0,18	118,95
Sable jaune compact	10,7	117,88
Sable blanc jaunâtre	0,98	116,90
Sable blanc fin, micacé, avec grès très dur.		

COUPE N° 2.
Sol à $124^m,76$.

Sable gris et brun	0,99	123,77
Sable blanc grisâtre à filets roux	0,53	123,24
Sable blanc à filets jaunes	1,18	122,06
Sable jaunâtre	0,25	121,81
Sables blancs et jaunes alternants	0,50	121,31
Sable blanc	0,80	120,51
Sable jaune clair	0,50	120,01
Sable jaune	0,13	119,88
Sable gréseux jaune compact, fossiles	0,18	119,70
Sable jaune	0,14	119,56
Grès jaune dur	0,37	119,19
Sable jaune clair	0,61	118,58
Sable blanc	0,32	118,26
Sable jaune	0,50	117,76
Sable blanc et grès blanc très dur, fossilifère.		

COUPE N° 3.
Sol à $124^m,71$.

Sable gris clair	2,42	122,29
Sables rouges et blancs alternants	1,09	121,20
Sables jaunes à filets blancs	0,76	120,44
Grès tendre	0,31	120,13
Sable	0,04	120,09
Grès tendre fossilifère, filets blancs	0,38	119,71
Sable rougeâtre	0,15	119,56
Grès blanchâtre tendre	0,27	119,29
Sable roux	1,05	118,24
Sable blanc fin et grès très dur fossilifère	0,25	117,99
Sable et grès.		

COUPE N° 4.
Sol à $124^m,25$.

Sable grisâtre	0,82	123,43
Sable roux	0,23	123,20
Sable blanc	0,97	122,23
Sable rougeâtre	0,59	121,64
Sable blanc avec filets roux	1,51	120,13
Grès rougeâtre tendre fossilifère	0,25	119,88
Sable rougeâtre	0,05	119,83
Grès tendre blanchâtre	0,10	119,73
Sable rougeâtre	0,21	119,52
Grès blanc tendre	0,28	119,24
Sable jaunâtre	0,99	118,25
Sable blanc et grès dur fossilifère	1,25	117,00

La puissance moyenne des sables de Fontainebleau est de 17 mètres, et leur contact avec les marnes à huîtres est à + $108^{m},60$ dans le souterrain. Le niveau de la nappe aquifère, mesuré au début des travaux, est à la cote $111^{m},70$, et le contact du Rupélien et du Travertin de Brie, à + 106 environ.

Le sommet de la formation est constitué par une masse de sables très fins, blancs ou blanc grisâtres, veinés de feuillets sableux rouges et bruns, surmontant une assise de sables alternants jaunes et blancs. Sous cette couche dont l'épaisseur est 4 ou 5 mètres, réside un horizon gréseux comprenant quatre et parfois cinq bancs, séparés par des sables compacts.

Les deux premiers bancs sont tendres, sableux, blancs ou jaunâtres ; ils sont discontinus et disparaissent dans la partie Nord de la fouille. Les deux suivants, plus constants et très fossilifères, ont en moyenne $0^{m},70$; ils se réunissent en un seul au Nord de l'ouvrage. De couleur blanc grisâtre au centre, ils sont rubéfiés au contact des sables et renferment d'innombrables empreintes, généralement écrasées et en assez mauvais état.

Nous avons reconnu :

Avicula stampinensis Desh.
Lucina squamosa Lmk.
Meretrix splendida Mer.
Arca Sandbergeri Desh.
Ostrea cyathula var. *minor* Lk.
Cerithium Boblayei Desh.
Potamides conjunctus Desh.
Potamides plicatum Brug.
Voluta Rathieri Heb.
Cominella Gossardi Nyst.
Calyptræ a labellata Desh.
Bayania semi-decussata Lmk.
Solen, Syndosmia, Psammobia, Tellina, Cyrena, Cardium, etc.

On peut remarquer l'absence complète des *Pectunculus* et surtout de *Meretrix incrassata*, si commune à Romainville (1), et l'apparition d'espèces non signalées dans ce gisement.

Les grès fossilifères reposent sur une couche bien constante de sables jaunes et roux, épais de 1 mètre à $1^{m},50$. Puis viennent des sables blancs, très fins, micacés, où un nouvel horizon gréseux apparaît, à 1 mètre du contact avec les sables jaunes ; c'est un grès blanc, pur, compact et très dur, quoique de cimentation imparfaite, épais de $0^{m},35$ à $0^{m},60$. Il est également fossilifère, et nous y avons trouvé :

Megatylotus crassatinus Desh.
Potamides plicatum Brug.
Bayania semi-decussata Lk.
Avicula stampinensis Desh.
Meretrix splendida Mer.
Spondylus sp.

Les Spondyles sont rares dans le Rupélien, et ils n'ont pas été signalés au-dessous du niveau de Pierrefitte ; l'exemplaire de Belleville, représenté par les empreintes interne et externe d'une valve supérieure, offre les caractéristiques suivantes : longueur : 44 millimètres ; largeur : 46 millimètres ; test globuleux, dents grandes, oreillettes courtes ; il est très voisin de *Spondylus radiatus* S. Meun. des sables de Pierrefitte (2), mais les stries longitudinales nombreuses et bien accusées sur cette espèce n'existent pas ou n'ont pas été conservées par la gangue gréseuse qui moulait cet exemplaire.

(1) R. SOYER, Les Grès stampiens du fort de Romainville (*Bull. du Muséum*, 2e série, t. III, no 1, 1931, p. 200-203).

(2) ST. MEUNIER et J. LAMBERT, Recherches sur les sables marins de Pierrefitte (*Nouv. Arch. Muséum*, t. III, 1880, p. 246, Pl. XIII).

Les galets de quartz, si abondants à la base des grès de Romainville, n'existent ici à aucun niveau. Bien qu'il soit difficile de se baser sur l'absence d'une espèce pour déterminer un horizon, la disparition de *Mer. incrassata,* toujours abondant dans le Rupélien inférieur, et de *Pot. trochleare,* jointe à la présence de formes des sables de Pierrefitte, nous incite à attribuer les grès de Belleville à ce niveau.

La position des grès de Romainville est topographiquement inférieure ; leur base est à 8 mètres du contact marnes à Huîtres-travertin de Brie (la cote du contact des sables et des marnes à Huîtres est inconnue). A *Télégraphe,* la base du banc de grès inférieur est à 11 mètres du contact. Comme l'épaisseur des marnes à Huîtres et du travertin est bien constante dans toute la région, les grès de Romainville, que nous avons attribués aux sables de Vauroux, sont situés à un niveau inférieur à ceux de Belleville, qui représentent, pour nous, les sables à Corbulomyes et les sables de Pierrefitte. Les sables blancs et jaunes qui surmontent la zone gréseuse seraient peut-être l'équivalent des sables d'Ormoy.

Le synchronisme des niveaux rupéliens d'Étampes et des différents grès de la région parisienne s'établirait dès lors comme suit :

Grès de Margency	Niveau de Jeurre-Morigny.
— Dampmard	— Morigny.
— Romainville	— Vauroux.
— Belleville	— Pierrefitte.
Sables supérieurs	— Ormoy.

Les grès blancs inférieurs sont discontinus ; ils forment des bandes orientées Sud-Ouest-Nord-Est séparées par des sables identiques à ceux qui constituent la pâte du grès, mais sans fossiles. Les grès ont un contour tourmenté, leurs bords sont érodés sous l'action des eaux d'infiltration, descendant dans la masse sableuse pour rejoindre le niveau aquifère situé à 6 mètres sous les grès. La conservation des grès de Belleville est due certainement à la situation très basse de la nappe des sables de Fontainebleau, dont le niveau statique reste en tout temps bien au-dessous d'eux. Les eaux descendant rapidement n'ont pas le temps de dissoudre la calcédoine, qui constitue le ciment des grains de quartz.

En résumé :

Les travaux de la station *Télégraphe* mettent en évidence l'existence de bancs de grès fossilifères dans les sables de Fontainebleau, ces grès n'ayant été observés jusqu'ici que sur le couronnement des sables.

Les grès appartiennent aux niveaux moyens du Rupélien : sables à Corbulomyes et sables de Pierrefitte ; les sables qui les surmontent représentent peut-être le niveau d'Ormoy.

Les eaux d'infiltration n'ont dissous les grès que partiellement, et c'est à la profondeur de la nappe des sables qu'est due la conservation des bandes gréseuses intercalaires.

Les Relations géologiques

de l'Afrique et de l'Amérique du Sud

(*Dérive des Continents et Ponts Continentaux.*)

Par RAYMOND FURON
Docteur ès-sciences.

Les découvertes géologiques s'étant multipliées depuis quelques années, tant en Afrique qu'en Amérique du Sud, il ne paraît pas inutile de faire le point. Nous allons comparer rapidement les formations africaines entre elles, puis avec celles d'Amérique du Sud, préludant ainsi à des études plus détaillées sur les anciennes limites de l'Atlantique méridional à diverses époques géologiques.

Les terrains les plus anciens que nous connaissions, groupés sous le nom de Précambrien, sont constitués par des granites, des gneiss, des micaschistes, des quartzites, des cipolins. L'ensemble, très plissé et métamorphisé, ne constitue pas une série unique, mais bien plusieurs, séparées par des discordances et des conglomérats. Le tout a été plissé ensemble avant le Cambrien. Le Précambrien est maintenant connu dans toute l'Afrique qui a constitué une terre émergée dès cette époque. Il en fut de même de l'Amérique du Sud, et nous avons cette impression que l'ensemble des terres alors émergées représente quelque chose de particulièrement considérable eu égard à la surface du globe.

Nous trouvons la preuve de cette période continentale dans les arkoses et les conglomérats (fluviatiles et glaciaires) qui recouvrent un peu partout le Précambrien, qui eut d'ailleurs tout le temps d'être érodé avant la transgression cambrienne.

La transgression primaire commence avec le CAMBRIEN (calcaires à *Archæocyathus* du Sud marocain) ou avec l'Ordovicien. Elle est marquée par une extension extraordinaire de niveaux dolomitiques : dolomies à Stromatolithes du Sahara, système schisto-dolomitique à Algues de l'Afrique équatoriale, dolomies à Stromatolithes de l'Afrique du Sud.

Les mêmes formations sont connues au Brésil : les arkoses de Diamantina et les calcaires à Coraux du Bambuhy.

C'est l'époque de la plus grande transgression marine qui ait recouvert presque toute l'Afrique.

L'Ordovicien est généralement gréseux. Le Gothlandien marque un approfondissement et une nouvelle transgression nous laissant les schistes à Graptolithes du Hoggar, du Soudan, de la Mauritanie et de la Guinée. Les mêmes schistes à Graptolithes se retrouvent au Brésil (*Climacograptus innotatus*) et au Pérou (*Diplograptus palmæus*). A cette époque, l'Atlantique ne dépassait pas le méridien du Tibesti vers l'Est. Vers le Sud, nous ne savons pas l'âge des couches qui pourraient représenter le Silurien supérieur.

Le Dévonien marin est connu dans le Sahara et en Gold Coast. Il faut aller ensuite tout au Sud de l'Afrique pour retrouver le Dévonien du Bokkeveldt. Le Dévonien marin de l'Amérique du Sud (Brésil et Argentine) contient des éléments de faune comparables à ceux de l'Ouest africain.

Le Carbonifère inférieur est encore marin en Afrique occidentale (Hoggar, Soudan, Mauritanie et Gold Coast) ainsi qu'en Amérique du Sud. A partir du Carbonifère supérieur, toute l'Afrique prend sa figure actuelle. J'entends par « Afrique » le continent actuel, moins l'Afrique du Nord, qui est un tout autre domaine, méditerranéen, instable, une zone faible comportant des affaissements, des phénomènes de subsidence, des émersions, des plissements.

Avec un moment du Carbonifère commence une ère continentale qui va durer sans grand trouble jusqu'au milieu du Crétacé. L'ensemble des sédiments a été diversement étudié selon les régions et porte des noms différents qui correspondent pourtant à des choses comparables, que ce soit le Karroo ou les grès de Nubie.

Les « grès de Nubie » débutent avec des grès dévoniens et des couches à plantes qui représentent le passage du Dévonien au Carbonifère. Le « Continental intercalaire » du Sahara (Permien-Albien) est représenté par des grès et des argiles à bois silicifiés, à *Estheria*, à *Ceratodus* et à Reptiles. En Afrique du Sud, les couches du Karroo (Permien-Jurassique) comportent plusieurs étages : Dwyka (à *Lepidodendron* et *Mesosaurus*), Ecca (à *Glossopteris*), Beaufort (à *Glossopteris* et Théropodes) et Stormberg (à *Thinnfeldia*). En Afrique équatoriale, les couches à *Glossopteris* de la Lukuga sont l'équivalent de l'Ecca, le Lualaba du Beaufort, et certaines couches à *Estheria* représentent l'extrême sommet du Karroo. En Amérique du Sud, nous avons exactement les mêmes séries : *Lepidodendron* de Tubarao, *Dadoxylon* et *Mesosaurus* d'Iraty, couches de Passa Dois, *Glossopteris* et Théropodes de San Benito.

La comparaison des faunes de Vertébrés, pour être classique, n'en est pas moins saisissante.

La série continentale se termine un peu partout avec du Néocomien : grès sublittoraux du Gabon et du Congo, couches de Uitenhage en Afrique du Sud, couches à *Megalosaurus* du Brésil.

Une transgression marine va se produire au Crétacé. Elle débute dès le Néocomien sur la côte de l'Angola, atteint la Bénoué (Nigeria) au Vraconnien. Le Sahara est partiellement envahi et la mer cénomanienne va entourer le Hoggar, tandis que le « bloc guinéen » va former une autre île. Une invagination du golfe de Guinée va donc se mettre en relation

	AMÉRIQUE DU SUD	AFRIQUE DU SUD	AFRIQUE ÉQUATORIALE	AFRIQUE OCCIDENTALE
Crétacé supérieur et moyen.	Guaranien. Danien. Sénonien à *Sphenodiscus.* Turonien à *Vascoceras.* Cénomanien. Albien à *Pervinquiera, Elobiceras.*	? (Au-dessous du niveau de la mer, sur la côte occidentale).	Danien à *V. Beaumonti* (Gabon et Cameroun). Sénonien à *Libycoceras* (Angola). Turonien de l'Angola, Congo et Gabon. Cénomanien de l'Angola. Albien de l'Angola, Elobi.	Danien à *V. Beaumonti* (Niger, Soudan). Sénonien à *Libycoceras* (Soudan ; Sénégal). Turonien à *Vascoceras* de Nigeria et Niger. Cénomanien à *Neolobites* (Soudan-Niger) Albien à *Pervinquiera* (Nigeria).
Crétacé inférieur.	Néocomien à *Megalosaurus, Lepidotus.*	Uitenhage : (Néocomien) grès à *Sphenopteris*, dents de Dinosauriens).	Grès sublittoraux (Congo-Gabon).	Continental intercalaire du Sahara occidental : Bois silicifiés, *Ceratodus*, Dinosauriens, etc.
(Jura, Lias, Trias, Permien,	San Benito (Trias). *Glossopteris.* Théropodes. (Passa Dois) Estrada Nova : Théromorphes. Iraty : *Dadoxylon, Mesosaurus.* Tubarao : *Lepidodendron* et *Glossopteris.* (Discordance.)	.... Karroo.... : Stormberg (Lias-Jura) : *Thinnfeldia.* Beaufort (Trias) : *Glossopteris, Thinnfeldia, Hybodus, Ceratodus*, Théropodes. Ecca : *Glossopteris, Gangamopteris, Pareiosaurus, Mesosaurus.* Dwyka : *Lepidodendron.* (Discordance.)	Couches à *Estheria.* Couches du Lualaba. Couches de Lukuga : *Glossopteris.*	Grès de Nubie, du Sahara oriental = Dévonien supérieur, Carbonifère + le continental intercalaire. (Discordance.)
Carbonifère).	Calcaires à Brachiopodes.	(Witteberg) : Grès à *Knorria, Sigillaria, Lepidodendron.*	Système schisto-gréseux : Gabon, Congo et Congo belge.	Calcaires marins de Mauritanie. Grès à *Knorria, Archæosigillaria* du Sahara oriental.
Dévonien.	Couches marines de l'Amazone, Parana, Matto-Grosso.	Grès et schistes fossilifères du Bokkeveldt.		Grès, calcaires et schistes de Mauritanie, Soudan et Guinée.
Gothlandien.	Schistes à Graptolithes (Tapajoz, Para).	Grès de la Table.	Système schisto-dolomitique : Gabon, Congo et Congo belge.	Schistes à Graptolithes du Hoggar, Soudan, Mauritanie et Guinée.
Ordovicien-Cambrien.	Grès à Graptolithes. Grès à Conulaires. Calcaires noirs à Coraux (Couches de Bambuhy). Arkoses et quartzite de Diamantina.	Grès et schistes de Pretoria. Dolomies à Stromatolithes (Dolomite series-Nama). Arkoses de Black Reef.	Arkoses et conglomérat.	Grès à Graptolithes. Grès. Dolomies à Stromatolithes du Sahara Nord-Ouest et de la Mauritanie. Arkoses et conglomérat.
Grande discordance et conglomérat généralement continental.				
Précambrien.	B. Quartzites, schistes, cipolins (série de Minas). A. Granites, pegmatites, ortho- et para-gneiss (à monazite).	Ventersdorp (?). Witwatersrand System. Swaziland System (à monazite).	B. Série métamorphique : schistes, quartzites et cipolins. A. Granites, pegmatites, ortho- et para-gneiss. (à monazite).	

(*Tableau provisoire établi d'après les travaux récents de* BETIM, GERTH *et* MAURY *pour l'Afrique du Sud ;* DU TOIT *et* ROGERS *pour l'Afrique du Sud ;* BABET, DELHAYE, SLUYS *et* JAMOTTE *pour l'Afrique équatoriale ;* FURON, HUBERT *et* KILIAN *pour l'Afrique occidentale.*)

avec une extension méridionale de la Méditerranée, favorisant ainsi les échanges de faunes. La même transgression se fait sentir en Amérique du Sud, où nous connaissons les mêmes faunes marines ; elle va durer jusqu'au Montien, voire à l'Éocène inférieur, ne présentant jamais que des faciès néritiques et n'entamant que peu la côte d'Afrique, au Sud du Cameroun.

Ayant constaté les similitudes de faunes, de flores et de faciès de l'Afrique et de l'Amérique du Sud, il a fallu admettre une liaison effective de ces régions, un continent africano-brésilien. La nature et la durée de ce continent sont très discutables, puisque l'on sait maintenant que tout le Primaire de l'Ouest africain et de l'Amérique du Sud est marin. Un épisode continental est connu sous des noms différents depuis le Permien jusqu'au Crétacé moyen. La transgression crétacée, comme la transgression primaire, n'a laissé que des dépôts néritiques de mers épicontinentales. De nombreux épisodes continentaux, tant au Crétacé supérieur qu'au Tertiaire, montrent une grande instabilité. Depuis le Pliocène supérieur, les côtes se sont généralement relevées par rapport au niveau de l'Atlantique.

Pour présenter ces liaisons et ces séparations, nous disposons actuellement de deux explications : de grands effondrements ou affaissements de zones continentales avec surrection de ponts continentaux renouvelant de temps en temps la liaison ou bien la rupture d'un continent unique et la dérive de ses fragments selon la théorie de WEGENER.

1° On ne sait que très peu de chose de la nature du fond de l'Océan. Les sondages du *Meteor* ont toutefois rapporté de nombreux échantillons de basalte, mais aussi des quartzites.

2° Sur les deux bords de l'Atlantique Sud, tant en Amérique qu'en Afrique, les dépôts marins sont toujours des dépôts néritiques, y compris les faciès à Céphalopodes. Dans ces zones relativement stables, les mêmes faciès se poursuivent, non seulement depuis le Sahara jusqu'en Afrique australe, mais encore sur les deux bords de l'Océan (Cf. DU TOIT).

3° L'hypothèse de WEGENER ne nous donne pas satisfaction, si l'on admet que la terre se contracte lentement. On ne saisit pas pourquoi le continent unique se serait morcelé et pourquoi ses fragments seraient partis à la dérive les uns vers l'Est, les autres vers l'Ouest. Par contre, la forme actuelle des continents peut s'expliquer par la fragmentation et l'éloignement des fragments de la croûte d'un *globe qui se dilate*. Il faudrait admettre que le globe terrestre était alors plus petit, qu'il était entièrement recouvert par les boucliers continentaux. Sous l'effort centrifuge de la dilatation, la croûte s'est fendue, et les éléments du bouclier ont commencé à dériver sur le Sima. La distance entre les côtes s'est accrue en même temps que la profondeur des océans. Des pulsations peuvent ensuite amener des modifications des plissements, des effondrements, des tremblements de terre, des émissions de laves. J'ajoute, en faveur de cette hypothèse, que, si l'on a pu aisément joindre les deux bords de l'Atlantique en réunissant l'Amérique à l'Europe et à l'Afrique, il n'est pas plus difficile de joindre la côte pacifique des Amériques avec celle de l'Asie et de l'Australie orientales. Par ailleurs, la théorie de WEGENER oblige à supposer des déplacements des pôles qui ne sont pas explicables. En cas de dilatation du globe, on peut admettre que les pôles n'ont pas bougé, mais que ce sont les continents qui ont émigré.

D'autre part, il n'est pas possible de renoncer à l'hypothèse des ponts continentaux et

l'aspect de la topographie de l'Atlantique méridional est bien curieux. J'ai reporté sur la carte les grandes lignes du relief sous-marin d'après les sondages du *Meteor*, les volcans récents ou actuels et les directions des lignes de fracture qui ont brisé le continent africain en *menus* morceaux.

Il est manifeste qu'une dénivellation maximum de 4.000 mètres mettrait à jour le seuil

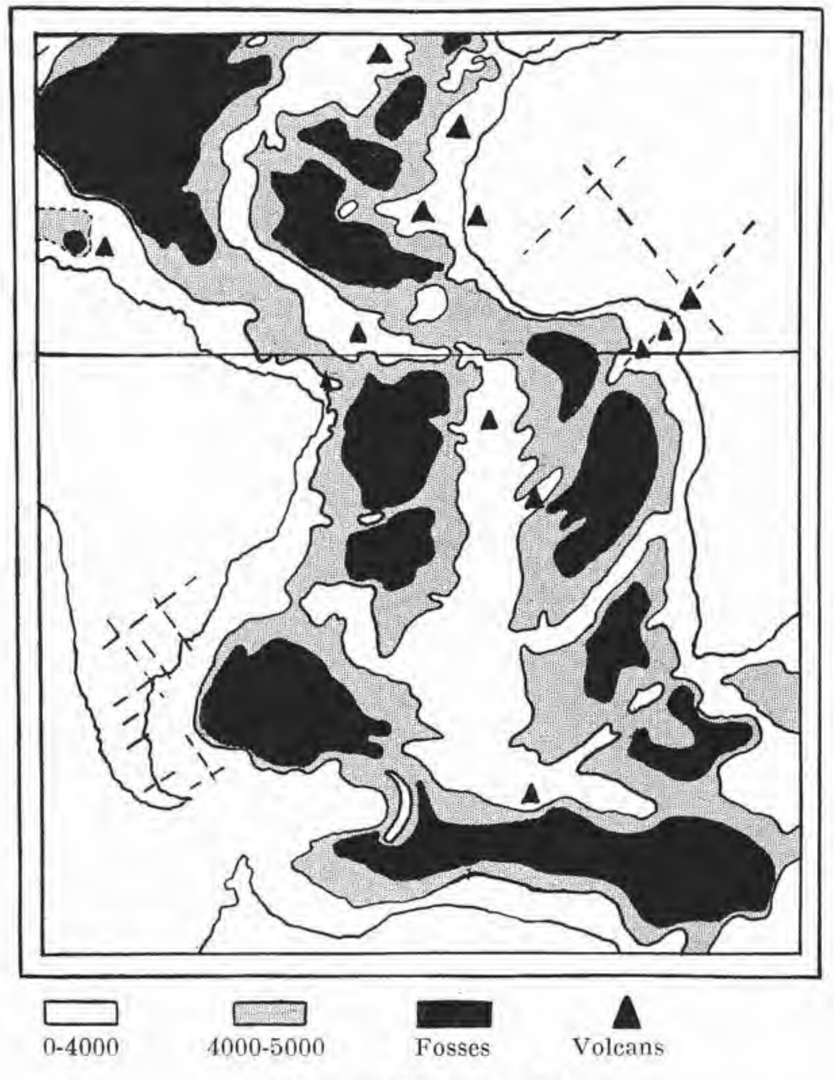


Fig. 1. — L'Atlantique sud.

médiatlantique et une série de véritables ponts continentaux. On peut se demander si nous n'assistons pas à la renaissance d'une chaîne ou d'un groupe de chaînes en arc.

Il ne faut pas oublier que des phénomènes qui nous paraissent grandioses ne le sont qu'à notre échelle. Les déplacements horizontaux et verticaux de quelques milliers de mètres au maximum ne représentent que fort peu de chose, eu égard au rayon du globe terrestre. L'étude de la genèse des océans serait susceptible de faire un grand pas si l'on étudiait plus complètement les îles et si l'on multipliait les sondages sous-marins.

Chaire d'Anatomie Comparée

Professeur : Monsieur R. ANTHONY



G. CUVIER

Soudure précoce de la deuxième incisive
(prétendue dent de lait)
et de la troisième incisive
(défense)
chez l'Éléphant d'Asie (*Elephas indicus* L.)

Par R. ANTHONY et A. HERPIN

Avant de procéder à la description de la pièce anatomique à laquelle se rapporte cette étude et dont le caractère vraiment énigmatique se trouve souligné par le fait que, souvent, elle a été examinée, et, souvent même, plus ou moins complètement décrite (notamment par l'un de nous, avec M. PROUTEAUX) (1), sans que jamais personne ait pu parvenir à l'expliquer, il nous paraît utile de rappeler quelques résultats de recherches antérieures (2) sur lesquels nous nous baserons pour l'interpréter :

R. ANTHONY a établi que ce que l'on appelle la *dent de lait* des Éléphants est une formation absolument constante chez les Éléphants actuels et vraisemblablement chez tous les Proboscidiens.

Il a établi aussi que cette *dent de lait* se développe constamment, au moins au début, de la même manière que la défense, présentant au sommet de sa couronne un capuchon d'émail. Mais, alors que la défense évolue en dent à croissance continue, la *dent de lait* évolue en dent à croissance limitée et s'élimine bientôt.

Il a émis l'opinion que la *dent de lait* ne devait point être considérée comme une dent de première dentition, la défense étant la dent de seconde dentition correspondante. L'une et l'autre appartiendraient à la même série dentaire, la *dent de lait* correspondant à I^2 du *Mœritherium* et la défense à I^3. Cette manière de voir est basée sur un ensemble d'arguments

(1) Voir : M. DE ROTHSCHILD et H. NEUVILLE, Sur une dent énigmatique (*Arch. de Zool. expér. et gén.*, 4ᵉ série, t. VII, 1907) ; R. ANTHONY et M. PROUTEAUX, Un crâne d'Éléphant d'Afrique à quatre incisives supérieures (*Arch. du Muséum*, t. IV, 1929).

(2) Voir : R. ANTHONY, Recherches sur les incisives des *Elephantidae* actuels et fossiles (*Arch. du Muséum*, t. X, 1933).

dont l'un des principaux est la presque contemporanéité de l'évolution de ces deux dents, le développement de la *dent de lait* ne débutant que très peu avant celui de la défense.

Il a montré qu'il arrive quelquefois que la *dent de lait,* au lieu d'évoluer en dent à croissance limitée et de tomber précocement, évolue, comme la défense, en dent à croissance continue ; alors, elle persiste toute la vie. Cette anomalie peut exister de l'un ou des deux côtés. Dans ces cas, la *dent de lait* se reconnaît de la défense, d'abord par sa position en dedans et en avant d'elle, étant plus rapprochée de la symphyse intermaxillaire, puis par



Fig. 1. — Deux aspects latéraux de la double défense. Dans chaque image, la dent supérieure est la prétendue dent de lait.

le fait qu'étant de développement un peu plus précoce elle est toujours d'un calibre un peu plus fort (1).

La pièce anatomique que nous nous proposons d'interpréter consiste en deux défenses soudées par leurs pointes, mais divergeant du côté de leurs bases. Elle fait partie des collections de Mammalogie du Muséum, où elle est indiquée comme ayant appartenu à un Éléphant d'Asie avec la mention *Cochinchine.* Le professeur BOURDELLE a bien voulu nous la communiquer.

Les deux défenses sont à peu près de même longueur ; mais l'une, que nous désignerons par la lettre α, est un peu plus grosse que l'autre désignée par la lettre β, quant à son dia-

(1) Voir : R. ANTHONY et M. PROUTEAUX, *loc. cit.*, 1929 ; M. FRIANT, Un cas de persistance de l'incisive moyenne supérieure des Proboscidiens primitifs chez l'Éléphant d'Afrique (*Loxodonta africana* Blum.) (*C. R. de l'Assoc. des anatomistes,* Varsovie, 3-7 août 1931) ; R. ANTHONY, *loc. cit.*, 1933.

mètre transversal. Toutes deux sont courbes, mais α est d'une courbe plus fermée que β. Elles sont animées, dans la région des pointes, d'un mouvement de spire, de telle sorte que β, qui est d'abord du côté de la concavité de α, passe rapidement du côté de sa convexité, décrivant ainsi autour de α une sorte de S très allongé.

Voici d'ailleurs quelques mesures (en millimètres) :

Longueur en ligne droite de α	580
— de α en suivant sa courbe	590
— en ligne droite de β	625
— de β en suivant sa courbe	669
Diamètre maximum de α	55,3
— — de β (moins la colonnette)	39,3
Longueur sur laquelle existe la soudure (en ligne droite)	207
— sur laquelle s'observe le mouvement de spire (approximativement).	219

Ajoutons à cette description sommaire que les deux dents présentent des cannelures longitudinales dont quelques-unes sont exagérées, avec des rugosités transversales assez marquées, ceci indiquant des troubles de croissance certains. β présente sur sa surface convexe une colonnette indépendante, montrant du côté de sa base l'ouverture d'une cavité pulpaire, et qui, visible sur toute la longueur de la dent, s'en détache à 6 millimètres environ de sa base. α présentait également une colonnette, actuellement brisée, s'individualisant, autant qu'on peut en juger, à 160 millimètres environ de la pointe commune et étant soudée également à β. Ces colonnettes, qui sont de véritables petites dents accessoires, devenues à un moment donné indépendantes de la dent principale, correspondent sans aucun doute à des divisions de l'organe pulpaire au cours de l'évolution. Une tendance à la formation d'une autre colonnette encore s'observe à la dent α, qui présente un repli marqué à l'intérieur de sa cavité pulpaire.

De telles anomalies, dont d'assez nombreux exemples sont connus, indiquent d'importants troubles de croissance.

Il va de soi que les deux dents α et β ont très nettement les caractères des dents à croissance continue.

Les études récentes de l'un de nous sur le développement des incisives des Proboscidiens montrent que l'hypothèse suivant laquelle cette double défense, représenterait une défense droite et une défense gauche soudées par leurs pointes est embryologiquement inadmissible ; elles imposent une interprétation toute différente que nous allons maintenant développer.

La double défense anormale d'Éléphant d'Asie (Cochinchine) du Laboratoire de Mammalogie du Muséum correspond à la soudure précoce d'une prétendue dent de lait (I^2 du *Mœritherium*), devenue dent à croissance continue, et, d'une défense (I^3 du *Mœritherium*) du même côté, qui est ici le côté gauche. La prétendue dent de lait est représentée par la dent la plus grosse et la plus recourbée, c'est-à-dire α ; la défense est représentée par la dent la plus faible de calibre, c'est-à-dire β.

Il nous reste maintenant à justifier cette interprétation.

Pour se rendre compte du mécanisme qui a pu aboutir à la disposition que nous avons sous les yeux, il faut d'abord se rappeler que l'espace de temps qui sépare le début de l'évolution de la prétendue dent de lait et de la défense est extrêmement court : la prétendue dent de lait a à peine commencé sa calcification que la défense est déjà à l'état de germe.

D'autre part, ces deux dents font leur évolution extrêmement près l'une de l'autre, tellement près même que l'alvéole de la prétendue dent de lait finit par être absorbé en quelque sorte par celui de la défense ; ceci explique qu'il peut arriver qu'elles se soudent.

La défense se développe, au début, du côté externe et un peu supérieur de la prétendue dent de lait ; mais en s'accroissant elle passe peu à peu de son côté interne et inférieur. Il en résulte un mouvement de spire de la défense autour de la dent de lait, que l'on ne peut pas facilement constater si cette dernière s'élimine ou, même si, ne s'éliminant pas, les deux dents restent indépendantes, mais qui est bien visible dans le cas qui nous occupe où elles se sont soudées précocement et restent unies par leurs pointes.

L'écartement des dents à leur base correspond à la croissance du bord antérieur de l'intermaxillaire. L'inégalité de diamètre ici constatée correspond à ce que nous avons dit plus haut, c'est-à-dire à la légère antériorité de la prétendue dent de lait. Enfin, l'orientation des courbures montre bien qu'il s'agit de dents gauches.

Fig. 2. — La double défense vue postérieure en perspective. — α. I^2, prétendue dent de lait (I^2 du *Mœritherium*) ; β. I^3, défense (I^3 du *Mœritherium*) avec sa dent accessoire.

Cette anomalie devait être extrêmement gênante pour l'animal qui la portait ; s'il avait vécu plus longtemps, il en aurait été délivré sans aucun doute à un moment donné quand l'usure des dents aurait dépassé la zone de coalescence.

Après cette étude d'un cas de gémination s'étant produit sur des dents à croissance continue, il peut être intéressant d'examiner la production du même phénomène sur les

dents à croissance limitée. On en a observé des cas chez les Cétacés et chez les Pinnipèdes (1), mais c'est chez l'Homme que ce phénomène a été vu le plus souvent (2) ; son existence y est pourtant assez rare.

Il convient de ne pas oublier que c'est en se basant sur des faits de ce genre qu'on a édifié autrefois la théorie de la concrescence (3), pour expliquer la constitution et la formation des dents à plusieurs cuspides.

La réunion de deux éléments dentaires peut, chez l'Homme par exemple, se produire en des points quelconques et aussi sur une portion plus ou moins grande de leur hauteur : on peut observer ainsi des cas de soudure intéressant des parties plus ou moins grandes des racines, parfois leur totalité, avec participation plus ou moins importante des couronnes jusqu'à la fusion complète avec disparition de toute trace de division, celle-ci n'étant plus indiquée que par un sillon qui peut même avoir complètement disparu. Si la fusion n'intéresse que le sommet des couronnes, les dents restant indépendantes par ailleurs, c'est que l'accolement existant au début a cessé par la suite. Si la fusion n'intéresse au contraire que la terminaison des racines, c'est que les dents indépendantes au début ne se sont rapprochées et accolées que très tard. Enfin, si la fusion intéresse toute la hauteur des deux dents, c'est que, pendant tout leur développement, elles n'ont jamais été indépendantes.

La participation des divers tissus dentaires est également très variable depuis le simple pont de cément entre deux racines voisines, — ce qui indique une coalescence très tardive ne s'étant produite qu'après le complet développement de la dent, — jusqu'à la réunion intime de l'émail et de l'ivoire.

Il peut se faire aussi que tantôt les cavités pulpaires et les canaux radiculaires restent indépendants et tantôt qu'une communication plus ou moins large existe entre les deux cavités pulpaires.

La gémination dentaire peut, chez l'Homme, intéresser soit la denture temporaire, soit la denture définitive ; mais on n'a pas observé de cas de fusion intéressant à la fois l'une et l'autre. Un intervalle de temps trop long sépare l'évolution des deux séries. En effet, on ne saurait concevoir une soudure à laquelle participeraient des tissus de vitalité ralentie comme le sont ceux d'une dent temporaire au moment où la dent définitive voisine commence à se développer.

Cette constatation dernière vient singulièrement appuyer l'opinion que la *dent de lait* des Éléphants n'est point une dent de première dentition, par rapport à la défense, mais appartient, comme nous l'avons dit plus haut, à la même série que la défense.

(1) Voir, par exemple, W. Bateson, On numerical variations in teeth with the discussion of the conception of homology (*Proceed. Zool. Soc. of London*, 1893).

(2) Magitot, Traité des anomalies du système dentaire chez l'Homme et les Mammifères, Paris, 1887. — L. Dubreuil-Chambardel et A. Herpin, Gémination dentaire (*Journ. de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1910).

(3) Bien que le processus de la concrescence doive être assez rare en tant que processus évolutif, je crois qu'il peut, pourtant dans certains cas, intervenir. Voir à ce sujet : R. Anthony, Discussion sur l'interprétation de la série dentaire inférieure du *Stehlinius uintahensis* Matth. (*Bull. du Muséum nat. d'Hist. nat.*, n° 6, 1928).

De l'organe femelle de l'Hyène tachetée
(*Hyæna crocuta* Erxl.)

Par HENRI NEUVILLE

De toutes les variations que présente l'organe femelle des Mammifères, celle qui est offerte par l'Hyène tachetée s'éloigne au maximum du type normal. Les traditions populaires des pays où vit cet animal le font considérer comme hermaphrodite, et les anatomistes ont longuement étudié les dispositions qui, à première apparence, donnent à ces traditions quelque chose de recevable. Extérieurement, en effet, l'ensemble de l'organe femelle présente ici un aspect qui est plutôt celui d'un organe mâle ; intérieurement, sa dissection met en présence de faits tellement singuliers qu'ils obligent à considérer l'Hyène tachetée comme représentant à cet égard un type spécial, dont les particularités ont été résumées ainsi par WATSON : absence d'une vulve caractérisée comme telle, présence d'un « pénis » bien développé et perforé par le canal uro-génital, coïncidant avec deux renflements d'apparence scrotale. Cette courte description reste valable, mais elle n'était fondée que sur un seul sujet ; or, l'examen de plusieurs m'a fait constater entre eux quelques différences. A mes yeux, l'ensemble de ces constatations atténue un peu cette similitude d'apparence entre l'organe femelle de l'Hyène tachetée et un organe mâle typique, parfois mentionnée comme à peu près absolue, et qui me semble, *pro parte*, un fait individuel lié au défaut d'activité sexuelle.

De ces variations, je mentionnerai deux cas, présentés par des sujets tous deux en pleine maturité, plutôt même en pleine vieillesse, et probablement d'âge équivalent ; ils étaient cependant de corpulence assez différente, ce qui paraissait dû surtout au mauvais état général de l'un d'eux. Tous deux présentaient des lésions importantes du maxillaire supérieur, traduites notamment par des fistules dentaires avec lésions étendues au niveau des avant-dernières molaires supérieures. Ces troubles, qui semblent fréquents sur les Hyènes vivant en captivité, n'avaient pas empêché l'un de ces animaux d'atteindre une taille bien supérieure à celle de l'autre, en conservant, contrairement à celui-ci, un extérieur assez florissant. Ce sujet, resté mieux portant, provenait de Niafunké, sur le moyen Niger ; il avait vécu dix ans à la Ménagerie du Muséum, où il était entré à l'état adulte, et où l'autre, originaire du Somâl, capturé plus jeune, vécut vingt-deux ans.

L'ensemble de l'organe femelle externe de l'Hyène de Niafunké (fig. 1) peut être décrit ainsi.

Les deux mamelons, très développés, occupent une position anté-inguinale ; ils se composent l'un et l'autre d'une aréole basale, ayant un diamètre de $4^{cm},5$ et une hauteur de $1^{cm},5$, surmontée d'un mamelon proprement dit, s'élevant en une digitation dont le diamètre est de $1^{cm},5$ et la longueur, ou hauteur, de 2 centimètres. D'axe en axe, ces deux mamelons sont distants de 10 centimètres. Leur tégument était, à l'état frais, d'un noir assez franc. L'ensemble en était profondément ridé, flétri.

Fig. 1. — *Hyæna crocuta* Erxl. femelle (sujet de Niafunké). Organe génital externe, en place. — *c*, orifice clitoridien ; *m*, *m*, mamelons ; *s*, *s*, renflements d'apparence scrotale. Un peu moins que demi-grandeur naturelle.

Le clitoris se présente à environ $3^{cm},5$ en arrière du bord postérieur de ces mamelons, avec une apparence qui, à elle seule, suffirait à provoquer l'attention des anatomistes les moins prévenus. Il forme une émergence d'aspect indécis, comparable à un tore irrégulier, corrodé, séparé par une dépression médiane antérieure en deux parties grossièrement symétriques ; le diamètre extérieur de ce tore est d'environ 3 centimètres. L'orifice uro-génital s'ouvre en son milieu ; il se présentait, au moment de la mort, comme une fente longitudinale (devenue irrégulièrement transversale, par déformation, sur la pièce conservée), mesurant environ $1^{cm},5$ de long, et pouvant admettre une sonde n° 30 (ce qui lui assigne un diamètre de 1 centimètre). Ce gland clitoridien, car c'en est un, fait penser à l'orifice d'un fourreau pénien plutôt qu'à un clitoris ou à une vulve. Un autre sujet nous présentera un aspect beaucoup plus franchement mâle.

Il est difficile d'attribuer à cette formation si irrégulière une hauteur, ou longueur saillante, quelque peu précise ; sous cette réserve, la saillie est d'environ 2 centimètres. Elle se dégage en une partie libre, bilobée comme il a été précédemment indiqué, et circonscrivant un infundibulum qui représente ici une vulve.

Postérieurement à cette partie, le sujet que je décris présentait une saillie médiane elliptique, longue d'environ 5 centimètres, large de $2^{cm},5$, élevée d'environ 1 centimètre, suivie (et même encadrée, sauf en avant) par deux autres saillies, symétriques, juxtaposées sur la ligne médiane. Ces dernières consistent chacune, essentiellement, en un renflement

surtout accentué dans la partie arrière, où il est grossièrement circulaire et mesure 4 centimètres de diamètre, avec une hauteur d'environ 1 cm,5 ; ces saillies se prolongent chacune, vers l'avant, en un diverticule latéral bordant la saillie ovale médiane ci-dessus mentionnée. Elles forment ce que l'on a considéré comme représentant, pour l'Hyène tachetée femelle, l'équivalent d'un scrotum. Le périnée s'élève presque verticalement au-dessus de ce pseudo-scrotum, en formant avec lui un angle droit, et l'anus se trouve à 2 cm,5 de son bord postérieur.

A l'état de conservation, plusieurs des caractères ainsi énumérés se sont atténués ; les saillies disparaissent presque totalement sur la pièce disséquée, car elles ne sont dues qu'à des accumulations de graisse sous-cutanée. Dépourvus de cette doublure, les téguments se sont affaissés ou se sont contractés, en prenant un aspect ridé ; sur l'organe auquel je me reporte, il s'est même formé ainsi un « raphé » médian allant du pseudo-scrotum au gland clitoridien, et qui, tout artificiel, s'avère dépourvu de signification morphologique.

J'ajouterai que l'ensemble des parties ainsi brièvement décrites est à peu près glabre et, à l'état frais, d'un noir un peu bleuâtre ; les saillies pseudo-scrotales, précédemment décrites comme glabres, portent cependant ici, l'une et l'autre, une touffe de poils s'allongeant transversalement sur leur partie principale et ne s'étendant pas sur les diverticules antérieurs.



Fig. 2. — *Hyæna crocuta* Erxl. femelle (Sujet du Somâl). Organe génital externe. Un peu moins que grandeur naturelle.

Je mentionnerai enfin que, tout en avant de cette région, c'est-à-dire entre les mamelons, et se prolongeant d'environ 8 à 10 centimètres au delà de leur niveau, vers l'ombilic, un sillon relativement profond (d'environ 1 cm.) et bordé de fortes lèvres légèrement saillantes s'étendait, à l'état frais, sur la partie médiane de l'abdomen ; cette partie est glabre comme l'ensemble de la région, et de couleur un peu moins foncée.

Le sujet du Somâl (fig. 2) présente, en ce qui concerne l'appareil génital externe, des dispositions foncièrement identiques, mais dont les détails sont sensiblement différents.

Les mamelons, semblablement situés, sont dépourvus de la grosse aréole ci-dessus

mentionnée; leur partie libre, digitiforme, lisse, moins développée et d'apparence plus juvénile que dans le cas précédent, malgré le moins bon état général du sujet, mesure $1^{cm},5$ de longueur et 1 centimètre de diamètre. Ils étaient, à l'état frais, de couleur chair.

Le clitoris est situé à 4 centimètres en arrière de ces mamelons. Son apparence est bien différente de ce qui vient d'être décrit pour l'animal précédent. Plus nettement (ou plus simplement) formé, il est composé d'un gland conique, perforé à son apex d'un orifice admettant une sonde n° 2, ce qui lui assigne un calibre d'environ 4 millimètres. Ce gland fait saillie au milieu d'une formation donnant l'idée d'un capuchon très épais, en arrière duquel se présente, sur la ligne médiane de l'abdomen, un renflement rappelant, mais avec un développement beaucoup plus considérable, la saillie médiane ovale mentionnée sur le précédent sujet. Le gland mesure ici $1^{cm},5$ de long et à peu près $1^{cm},5$ de diamètre maximum; son « capuchon » est épais de près d'un centimètre, et ce gland et ce « capuchon » émergent de la partie antérieure de la saillie médiane comme d'un second capuchon. Cette dernière saillie est ici large de $4^{cm},5$, longue de 6 centimètres et haute d'environ $1^{cm},5$. Terminée, en arrière, en demi-cercle, elle est creusée dans sa partie antérieure d'un sillon médian bien marqué, profond de près d'un centimètre.

En arrière s'étend une zone glabre, longue d'environ 3 centimètres et large de 5, après laquelle se trouvent les deux saillies pseudo-scrotales, dont chacune mesure environ 3 centimètres de long sur 2 de large et 1 de hauteur saillante. Le périnée s'élève presque perpendiculairement au-dessus de la partie terminale de ces dernières saillies, dont l'anus est distant de 3 centimètres.

De même que sur le sujet du Soudan, cette région génito-anale est presque totalement glabre ; mais ici encore les saillies pseudo-scrotales sont velues, et la coloration de l'ensemble est claire au lieu d'être très foncée, noirâtre, comme dans le cas précédent.

Je crois pouvoir interpréter ainsi les divergences que je viens de décrire.

Tout d'abord, le sujet du Soudan donnait, comme je l'ai rappelé, l'impression de se trouver dans un état général meilleur, plus normal, que celui du Somâl. Entre les deux, en ce qui concerne la région génitale, les différences portent principalement sur le gland clitoridien et la saillie médiane qui le suit. Sur le sujet du Somâl, le gland offre l'aspect typique d'un gland pénien, aspect déjà constaté et figuré par WATSON, et qui doit être celui de l'organe intact ; il serait en effet bien difficile d'admettre qu'à cet état le gland clitoridien et son canal aient pu s'être prêtés aux fonctions de mise-bas qui sont ici les leurs. Inversement sur le sujet du Soudan, l'aspect élargi, évasé, peut-être même anciennement déchiré sur sa partie antérieure du gland clitoridien, laisse à penser que de telles fonctions ont pu être remplies ; sans présenter un aspect vulvaire typique, cette partie s'en éloigne beaucoup moins que sur le sujet précédent et n'a, en tout cas, presque plus rien de vraiment mâle. J'ajouterai qu'amenée en France à un âge paraissant moins avancé (je répète qu'elle y vécut vingt-deux ans), l'Hyène du Somâl le fut probablement à l'état d'immaturité sexuelle, tandis que celle du Soudan, qui ne survécut que dix ans dans la Ménagerie du Muséum et y atteignit cependant une taille supérieure, ne fut vraisemblablement prise qu'à un état de maturité ayant déjà permis le plein accomplissement des fonctions et entraîné

les modifications qu'il comporte. La différence d'aspect, jointe à celle du calibre du canal uro-génital, permet donc d'attribuer la variation entre les deux sujets à ce que l'un d'eux seulement avait pleinement exercé ses fonctions sexuelles ; l'état des mamelons sur l'un et l'autre de ces sujets plaide d'ailleurs suffisamment dans le même sens.

La différence relative à la saillie médiane me paraît résulter de ce que cette partie, sur l'Hyène du Somâl, avait subi une altération dont je ne puis déceler la cause, mais qui s'accompagnait de quelques lésions extérieures ; celles-ci sont peut-être attribuables à la présence de singuliers parasites développés dans cette région, dans le tégument de laquelle ils s'enfonçaient assez profondément en y laissant des traces bien visibles sur la figure 4 et dont la planche XL de WATSON me paraît schématiser un équivalent (*Proc. Zool. Soc. London*, 1877 : voir une sorte de pointillé couvrant, sur cette planche, la partie faisant suite au clitoris). En d'autres termes, je crois pouvoir émettre la supposition que c'est un simple gonflement inflammatoire de cette région qui s'observe sur le sujet du Somâl dont j'ai disposé ; en tout cas, je n'ai rien observé en dehors de cela, quant à cette saillie médiane, qui différenciât ce sujet de celui du Soudan. Fonctionnement sexuel dans un cas, et lésion probablement parasitaire dans l'autre, me semblent donc pouvoir faire comprendre les variations dont il s'agit. Les différences de coloration ci-dessus mentionnées sont peut-être, par contre, le fait d'une variation locale.

Les molaires du *Steneofiber* et du *Castor* (*Castor fiber* L.)

Par M. FRIANT

SOMMAIRE

I. — PRÉLIMINAIRES

La dentition du *Steneofiber* se montre très différente, à l'âge adulte, de celle du *Castor* (1). Si, en effet, chez le *Steneofiber*, la surface d'abrasion des dents jugales, plus ou moins arrondie, ayant souvent un sinus (interne au maxillaire supérieur et externe au maxillaire inférieur), comporte, en général, la coupe de trois ou quatre tubes intermédiaires (fig. 1), chez le *Castor*, cette même surface (fig. 2) présente quatre lobes séparés par des sinus profonds ; et on verra que cette différence ne peut pas tenir à des différences de niveaux d'abrasion. Quoi qu'il en soit, l'embryologie montre que le type dentaire fondamental est le même dans les deux genres.

Rappelons que la formule de la dentition jugale des Castoridés est celle de la majorité des Rongeurs simplicidentés :

(1) Je n'étudie, ici, que le *Castor fiber* L., laissant de côté le *Castor canadensis* Kuhl. et toutes les formes américaines fossiles de Castoridés.

Le *Trogontherium*, qui, avec le Castor actuel (*Castor fiber* L.) et les diverses formes de *Castor* décrites du Pliocène et du Pléistocène, ainsi qu'avec le *Steneofiber*, constitue le groupe des Castoridés d'Europe, a été laissé de côté pour la raison que je n'ai pu m'en procurer, jusqu'ici, de molaires jeunes ; à l'état abrasé, ses molaires paraissent, d'ailleurs, très comparables à celles du *Steneofiber*.

$\frac{1}{1}$ P, $\frac{3}{3}$ M.

Ces dents vont en décroissant de taille de la prémolaire à la dernière molaire (cette différence de taille étant particulièrement nette chez le *Steneofiber*).

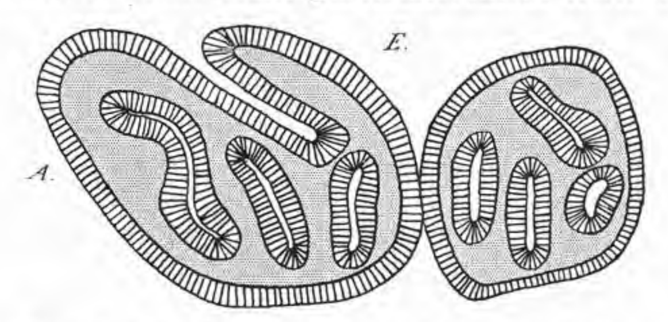


Fig. 1. — *Steneofiber Jaegeri* Kaup. Prémolaire et première molaire inférieures droites. — Sables de l'Orléanais, Thenay (L.-et-Ch.) miocène moyen. — N° 1872-222. Coll. Pal. Mus. nat. Hist. nat. — G. N. × 5 environ.

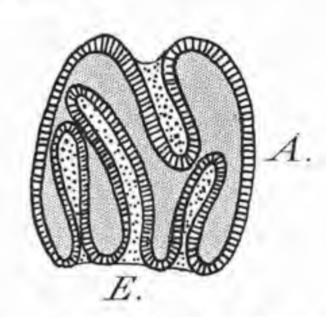


Fig. 2. — *Castor fiber* L. Première molaire supérieure gauche. — Actuel. — N° 1870-230. Coll. Anat. comp. Mus. nat. Hist. nat. — G. N. × 5 environ.

Comme il est de règle pour tous les groupes mammaliens à dents jugales abrasées, les Castoridés les plus anciens (*Steneofiber*) ont des dents jugales à croissance relativement limitée, tandis que, chez les formes plus récentes (*Castor*), ces dents sont à croissance franchement continue (1). Notons aussi que la molaire temporaire des Castoridés est toujours à croissance plus limitée que les dents jugales définitives.

II. — LES DENTS JUGALES DU *STENEOFIBER*

Le genre *Steneofiber* est apparu en Europe et en Amérique du Nord à l'époque oligocène. Je ne parlerai, ici, que de deux formes européennes, la plus ancienne, le *Steneofiber Eseri* v. Meyer, de l'Oligocène supérieur (Saint-Gérand-le-Puy, Haslach...), et la plus récente, le *Steneofiber Jaegeri* Kaup., du Miocène moyen et supérieur (Thenay...) (2).

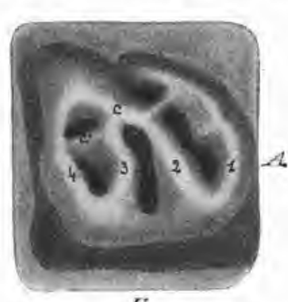


Fig. 3. — *Steneofiber Eseri* v. Meyer. Deuxième molaire supérieure gauche non abrasée. — Saint-Gérand-le-Puy (Allier), Aquitanien. — N° M. 8155 de la Coll. Forsyth Major du British Museum. — G. N. × 7 environ.

A. — « STENEOFIBER ESERI » v. MEYER.

Le *Steneofiber Eseri* v. Meyer, l'un des plus petits *Steneofiber*, était moins volumineux d'un tiers environ que le *Castor* actuel. Ses molaires supérieures comportent, sur la face triturante, au stade non abrasé, quatre crêtes transversales légèrement obliques de dehors en dedans et d'avant en arrière (fig. 3). Du côté interne, une crête

(1) Voir à ce sujet : M. FRIANT, Contribution à l'étude de la différenciation des dents jugales chez les Mammifères. Essai d'une théorie de la dentition (*Publ. Muséum nat. Hist. nat.*, n° 1, 1933).

(2) Les principales espèces européennes de *Steneofiber* sont : *Steneofiber Eseri* v. Meyer, de l'Oligocène supérieur ; *Steneofiber Depereti* Mayet, du Miocène inférieur ; *Steneofiber minutus* v. Meyer, du Miocène moyen ; *Steneofiber Jaegeri* Kaup., du Miocène moyen et supérieur. Voir à ce sujet : J. VIRET, Les faunes de Mammifères de l'Oligocène supérieur de la Limagne bourbonnaise (*Ann. Univ. Lyon*, 1929).

longitudinale antéropostérieure (*c*) présentant, au niveau de la deuxième crête transversale, une sinuosité profonde, à concavité dirigée en dedans, réunit ces quatre crêtes. En

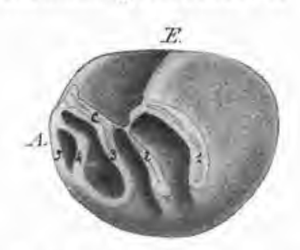


Fig. 4. — *Steneofiber Eseri* v. Meyer. Deuxième molaire inférieure droite très peu abrasée. — Saint-Gérand-le-Puy (Allier), Aquitanien. — Coll. Pal. Fac. Sc. Lyon. — G. N. × 5 environ.

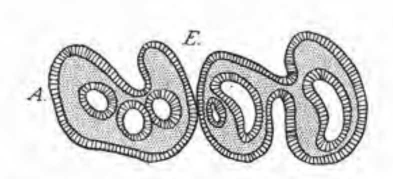


Fig. 5. — *Steneofiber Eseri* v. Meyer. Molaire temporaire et première molaire inférieures droites. — Chaveroche-sur-Besbre (Allier), Aquitanien. — Coll. Pal. Fac. Sc. Lyon. Viret, 1934. — G. N. × 5 environ.

outre, une courte crête longitudinale (*c'*), de position externe par rapport à la précédente, unit la crête 4 à la crête 3.

A ce même stade, les molaires inférieures ont une morphologie analogue ; cependant, il existe une crête transversale de plus vers l'avant, une cinquième crête ; nous numérotons les crêtes transversales de l'arrière vers l'avant, car, par suite de l'inversion totale des molaires chez les Rongeurs, la crête postérieure des dents inférieures correspond à la crête antérieure des dents supérieures. La crête longitudinale *c* est externe (au lieu d'être interne comme au maxillaire supérieur), par suite, également, de l'inversion dentaire. La crête *c'* est absente (fig. 4).

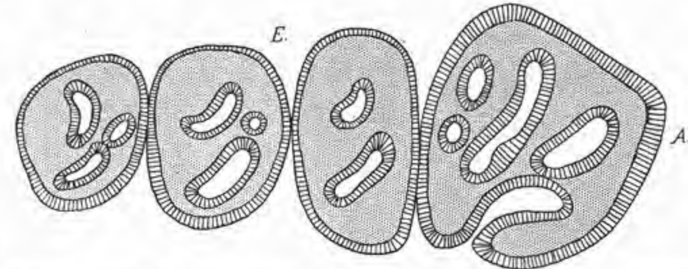


Fig. 6. — *Steneofiber Eseri* v. Meyer. Dents jugales supérieures droites très usées. — Chaveroche-sur-Besbre (Allier), Aquitanien. — Coll. Pal. Fac. Sc. Lyon. Viret, 1934. — G. N. × 5 environ.

La prémolaire semble être un peu différente des molaires définitives, présentant, primitivement, au niveau de la face triturante, une crête de moins que ces dernières ; mais je ne l'ai rencontrée qu'à un stade de faible abrasion (et au maxillaire inférieur seulement).

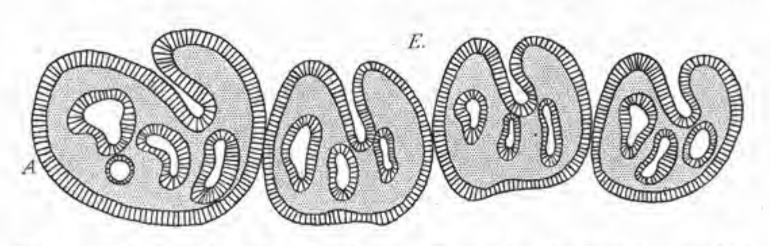


Fig. 7. — *Steneofiber Eseri* v. Meyer. Dents jugales inférieures droites. — Chaveroche-sur-Besbre (Allier), Aquitanien. — Coll. Pal. Fac. Sc. Lyon. Viret, 1934. — G. N. × 5 environ.

Je n'ai observé la molaire temporaire Mt4, à l'état non abrasé, qu'au maxillaire supérieur : sa morphologie est la même que celle des molaires définitives. A l'un et l'autre maxillaire, elle est moins volumineuse que la prémolaire qui la remplacera (fig. 5).

Au niveau de toutes les dents jugales, les tubes intermédiaires se constituent très près de la surface triturante primitive, et l'abrasion les fait apparaître immédiatement. Seul, le sinus externe, au maxillaire inférieur, et interne, au maxillaire supérieur, constitué par le reploiement de la crête longitudinale *c*, ne devient tube que très tardivement, vers la base de la dent (fig. 6 et 7).

B. — « STENEOFIBER JAEGERI » KAUP.

Le *Steneofiber Jaegeri* Kaup. présente, au niveau des molaires inférieures non abrasées, une morphologie semblable à celle constatée chez le *Steneofiber Eseri* v. Meyer, avec cette seule différence qu'il existe une courte crête transversale supplémentaire vers l'avant, une sixième crête (fig. 8), ce qui peut s'expliquer par la taille beaucoup plus considérable de ce Rongeur (1) qui atteignait presque la taille du *Castor* actuel. Il s'agit là du plus volumineux, et le dernier, semble-t-il, des *Steneofiber* de l'ancien monde. De la présence de cette crête supplémentaire il résulte que la molaire, à un état de faible abrasion, possède un tube intermédiaire de plus que celle du *Steneofiber Eseri* v. Meyer ; ce tube, très court, situé vers l'avant, disparaît rapidement par l'usure.

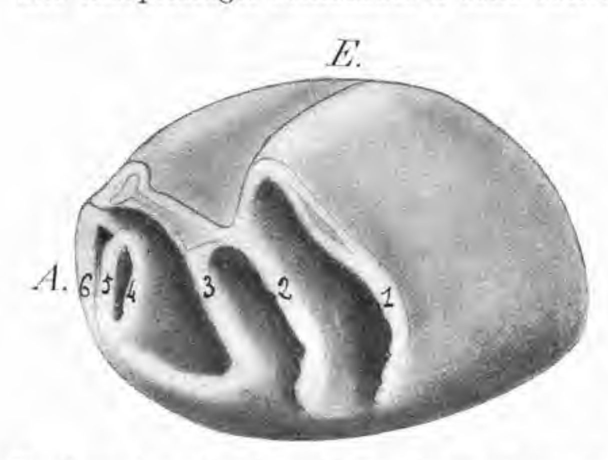


Fig. 8. — *Steneofiber Jaegeri* Kaup. Deuxième molaire inférieure droite, très peu abrasée. — Sables de l'Orléanais, Thenay (L.-et-Ch.), miocène moyen. — N° 1872-222. Coll. Pal. Mus. nat. Hist. nat. — G. N. × 7 environ.

Je n'ai pas eu occasion d'observer les molaires supérieures à ce même stade.

Comme chez l'espèce précédente (*Steneofiber Eseri* v. Meyer), l'abrasion fait apparaître des tubes et un sinus (externe au maxillaire inférieur) qui ne devient tube que tardivement (fig. 1).

III. — LES DENTS JUGALES DU CASTOR

Le Castor d'Europe (*Castor fiber* L.), de l'époque pléistocène et de l'époque actuelle (de même, d'ailleurs, que le *Castor canadensis* Kuhl. d'Amérique du Nord), possède primitivement, au niveau de toutes ses dents jugales (temporaires et définitives), à l'un et l'autre maxillaire, quatre crêtes transversales, légèrement obliques d'avant en arrière et de l'extérieur vers l'intérieur, au maxillaire inférieur, et de l'intérieur vers l'extérieur au maxillaire supérieur. Une crête longitudinale, antéro-postérieure, profondément sinueuse au niveau de la crête 2, réunit ces crêtes transversales du côté interne pour les dents jugales supérieures et du côté externe pour les dents jugales inférieures (fig. 9). Cette crête est celle que nous avons indiquée par la lettre *c* chez le *Steneofiber*. Parfois, la crête 3 est séparée en deux par un sillon assez profond. La crête transversale *c'* n'existe pas (alors qu'elle est très nette aux molaires supérieures du *Steneofiber Eseri* v. Meyer).



Fig. 9. — *Castor fiber* L. Première molaire supérieure gauche, non abrasée. — Actuel. — N° A. 7247. Coll. Anat. comp. Mus. nat. Hist. nat. — G. N. × 5 environ.

(1) Voir à ce sujet : M. FRIANT, L'influence de la grandeur du corps sur la morphologie dentaire chez les Mammifères (*C. R. Acad. Sc.*, 12 février 1932).

Les dents jugales sont donc, au maxillaire supérieur, de même type que les molaires du *Steneofiber Eseri* v. Meyer. Au maxillaire inférieur, par contre, elles sont plus simples, possédant seulement quatre crêtes au lieu de cinq chez le *Steneofiber Eseri* v. Meyer et de six chez le *Steneofiber Jaegeri* Kaup.

Il faut noter que, chez le *Castor*, au niveau des dents jugales définitives, les sinus séparant les crêtes primitives ne deviennent des tubes que vers la base de la dent, c'est-à-dire tardivement; ils sont par suite très courts, ce qui est en corrélation avec la croissance continue de la molaire. Chez le *Steneofiber*, au contraire, les sinus, déjà tubulés à proximité de la surface triturante primitive, sont profonds, ceci étant en rapport avec une croissance dentaire relativement limitée.

Les molaires du *Steneofiber* et du *Castor* sont donc, à l'état vierge, très semblables. Si elles présentent, à l'état abrasé, un aspect différent, cela tient à ce que les tubes intermédiaires se constituent à des moments différents de l'évolution.

En corrélation également avec la croissance continue de la dent jugale, il faut noter que, chez le *Castor*, il existe un cément compact remplissant tous les sinus dentaires, le cément étant, au contraire, inexistant ou peu développé (selon l'âge de la molaire) chez le *Steneofiber*.

IV. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Les Castoridés peuvent être rapprochés des Théridomyidés au point de vue de leur morphologie dentaire, surtout en ce qui concerne les molaires inférieures ; on voit, en effet chez ces derniers, la crête 5 (la plus antérieure) du type primitif (*Trechomys*) disparaître dans les formes plus évoluées (*Theridomys, Archæomys, Issiodoromys*) (1), comme lorsqu'on passe, chez les Castoridés, du *Steneofiber Eseri* v. Meyer au *Castor* actuel (comparer les figures 10 et 11).

Mais, en ce qui concerne les molaires supérieures, il y a une différence à noter, c'est qu'il n'existe que quatre crêtes, aussi bien chez le plus ancien des Castoridés, le *Steneofiber*, que chez le plus récent, le *Castor*, tous les Théridomyidés possédant, au contraire, cinq crêtes au niveau de ces dents jugales.

Fig. 10. — Schéma destiné à montrer l'évolution des molaires chez les CASTORIDÉS. Les molaires du *Castor fiber*, actuel, sont plus simples que celles du *Steneofiber Eseri*, de l'Oligocène.

D'autres différences existent encore, au point de vue dentaire, entre ces deux groupes de Rongeurs (qui semblent s'être succédé dans le temps, les Théridomyidés disparaissant avec l'Oligocène moyen, tandis que les Castoridés apparaissent à l'Oligocène supérieur) : elles

(1) Voir à ce sujet M. FRIANT, L'évolution de la morphologie dentaire chez les Rongeurs de la famille des Théridomyidés (*Trav. Lab. géol. Fac. Sc. Lyon*, 1934).

concernent, d'une part, la molaire temporaire, beaucoup moins développée chez les Castoridés que chez les Théridomyidés ; d'autre part, l'évolution des tubes intermédiaires. Bien que diminuant beaucoup d'importance chez les formes les plus récentes dans l'un et l'autre groupe, ces tubes tendent, en effet, à disparaître de manière différente : chez les Théridomyidés, ils se constituent toujours à proximité de la surface triturante primitive, mais deviennent très courts chez le plus évolué d'entre eux, l'*Issiodoromys*, de telle sorte qu'à l'âge adulte on n'en trouve plus trace (par suite de l'abrasion), la dent jugale étant simplement bilobée (fig. 12, 4).

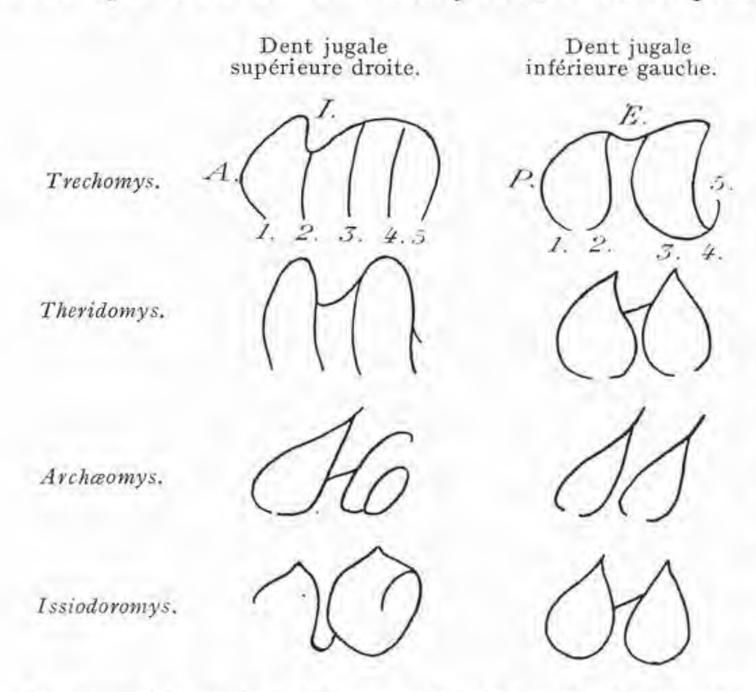


Fig. 11. — Schéma destiné à montrer l'évolution des dents jugales chez les THÉRIDOMYIDÉS.
Extrait de M. FRIANT. L'évolution de la morphologie dentaire chez les Rongeurs de la famille des Théridomyidés (*Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon*, 1934).

Chez les plus évolués des Castoridés (*Castor*), les tubes intermédiaires, que l'on ne rencontre presque jamais non plus chez l'adulte, se constituent, au contraire, très tardivement, sur une faible longueur, la surface triturante de la dent étant quadrilobée (du côté interne, au maxillaire inférieur) jusqu'à un âge fort avancé.

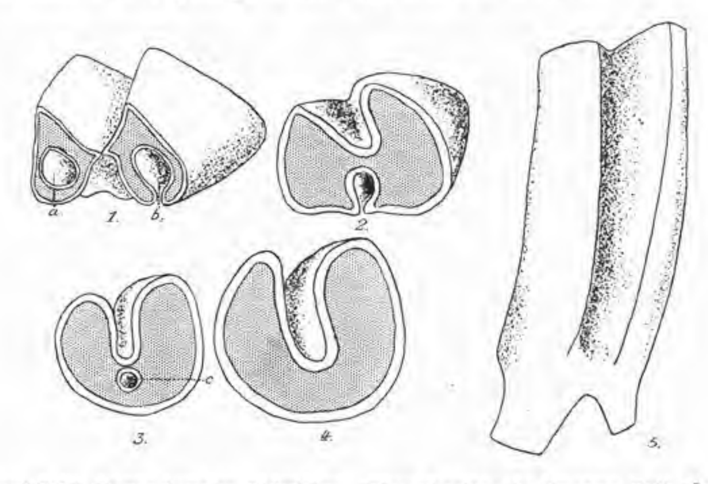


Fig. 12. — *Issiodoromys Quercyi* Schl. Dents jugales définitives. Phosphorites du Quercy. Coll. École des Mines.
1, 2, 3, 4, STADES D'ABRASION SUCCESSIFS ; l'avant est à gauche.
1, 2, *Dents jugales inférieures ;* le côté externe est en haut.
1, Deuxième molaire inférieure droite.
2, Deuxième molaire inférieure droite.
3, 4, *Dents jugales supérieures,* le côté externe est en bas.
3, Prémolaire supérieure droite.
4, Première molaire supérieure droite.
5, FACE EXTERNE DE LA PRÉMOLAIRE INFÉRIEURE GAUCHE, pour montrer le sinus externe et les courtes racines ; l'avant est à gauche.
G. N. × 10 environ.
(Extrait de M. FRIANT, L'*Issiodoromys* a-t-il des affinités avec les Rongeurs sud-américains ? [*Publ. Mus. nat. Hist. nat.* (*Commémoration du voyage d'Alcide d'Orbigny en Amérique du Sud*), n° 3, 1933].

Ces comparaisons indiquent qu'il doit exister des rapports phylétiques assez étroits entre les Théridomyidés et les Castoridés ; les uns et les autres sont des Rongeurs à dents jugales très évoluées par le nombre de leurs crêtes.

Mais, en ce qui concerne les Castoridés, il ne semble pas que l'étude de l'évolution de la dentition puisse conduire à admettre que le *Castor* dérive directement du *Steneofiber*, soit, en d'autres termes, un *Steneofiber* adapté à la vie dans les eaux. Nous avons noté que, de bien plus grande taille que le *Steneofiber Eseri*, le *Castor* a des dents plus simples. On peut penser que, si les deux genres *Steneofiber* et *Castor* étaient très voisins phylétiquement, le *Castor* aurait des dents plus compliquées que le *Steneofiber* (1), à moins que l'on admette que la simplification de sa couronne dentaire soit, chez lui, en rapport avec un régime alimentaire différent.

(1) Voir à ce sujet : M. FRIANT, La théorie de la Trituberculie et l'influence de la taille sur la forme des dents (*Arch. Muséum*, 1932) et aussi : Contribution à l'étude de la différenciation des dents jugales chez les Mammifères. Essai d'une théorie de la dentition (*Publ. Muséum nat. Hist. nat.*, n° 1, 1933, p. 36 à 45).

Anastomoses des nerfs de l'orbite

(*Communication préliminaire*)

Par F. KISS
de l'Université de Budapest (Hongrie).

Les Traités d'anatomie humaine les plus détaillés décrivent les anastomoses entre les nerfs crâniens, ainsi qu'entre les nerfs crâniens et le sympathique. Dans leur description, presque tous les traités font mention des mêmes auteurs du siècle passé (SŒMMERING, 1788; VALENTIN, 1843; BISCHOFF, 1865; KRAUSE, 1869, 1880; SVITZER, 1845; ARNOLD, 1834; LONGET, 1842; LUSCHKA, 1857). Même dans la monographie la plus récente (HOVELACQUE, 1927), nous ne trouvons pas plus de données que dans les précédentes. Chez tous les auteurs, nous ne trouvons que des rapports concernant l'Homme.

Matériel et méthode.

J'ai étudié à ce point de vue un grand nombre de Vertébrés dans le Laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum national d'Histoire naturelle, à Paris, ainsi que dans la ménagerie de la Société Zoologique de Londres (1). J'ai préparé en détails et soigneusement les nerfs crâniens des animaux suivants :

Aye-Aye (*Chiromys madagascariensis* E. Geoff.) ; Cercocèbe enfumé (*Cercocebus æthiops* Schreb.) ; Castor (*Castor fiber* L.) ; Oursa ux grandes lèvres (*Melursus ursinus* Shaw) ; Bouc domestique de Syrie (*Capra hircus* L.) ; Cercopithèque moustac (*Cercopithecus cephus*) ; Lama (*Auchenia lama* L.) ; Mouflon (*Ovis musimon* Schreb) ; Chimpanzé (*Troglodytes niger* L.) ; Antilope canna (*Taurotragus oryx* Pallas) ; Ours blanc (*Ursus maritimus* Desm.) ; Civette (*Viverra civetta* Schreb) ; Maki mococo (*Lemur catta* L.) ; Roussette (*Hypsignathus monstrosus* Allen) ; Binturong (*Arctitis binturong* Raffl) ; Maki (*Lemur* sp.) ; Tigre (*Felis tigris* L.) ; Kangourou (*Macropus rufus* Desm.) ; Cerf asiatique (*Rusa unicolor* Blanf.) ; Bouc caucasien (*Capra caucasica* Gray) ; Sarigue d'Azara (*Didelphys marsupialis Azaræ* Temm) ; Marmotte

(1) Je veux exprimer mes sincères remerciements à M. le professeur R. ANTHONY, directeur du Laboratoire, et à M. le colonel A.-E. HAMERTON, directeur du Prosectorium, qui ont bien voulu plusieurs fois mettre à ma disposition leur laboratoire, ainsi que leurs magnifiques collections.

(*Cynomys ludovicianus* Ord.) ; Autruche (*Struthio camelus* L.) ; Flamand (*Phænicopterus* sp. ? Amérique du Sud) ; Perroquet (*Psittacus erithacus* L.) ; Agami trompette (*Psophia crepitans* L.), Chélonée (*Emys orbicularis* L.) ; Crocodile (*Crocodilus crocodilus* L.) ; Cyclure acanthure (*Ctenosaura acanthura* Shaw) ; Python (*Python molurus* L.) ; Iguane (*Iguana tuberculata* Lam.) ; *Phrynonax sulphureus* Wagler.

Des animaux précités, j'ai aussi préparé les anastomoses des IXe, X^e^, XIe, XIIe paires ; je ne veux pas en faire mention dans cette communication, ne voulant m'occuper que des

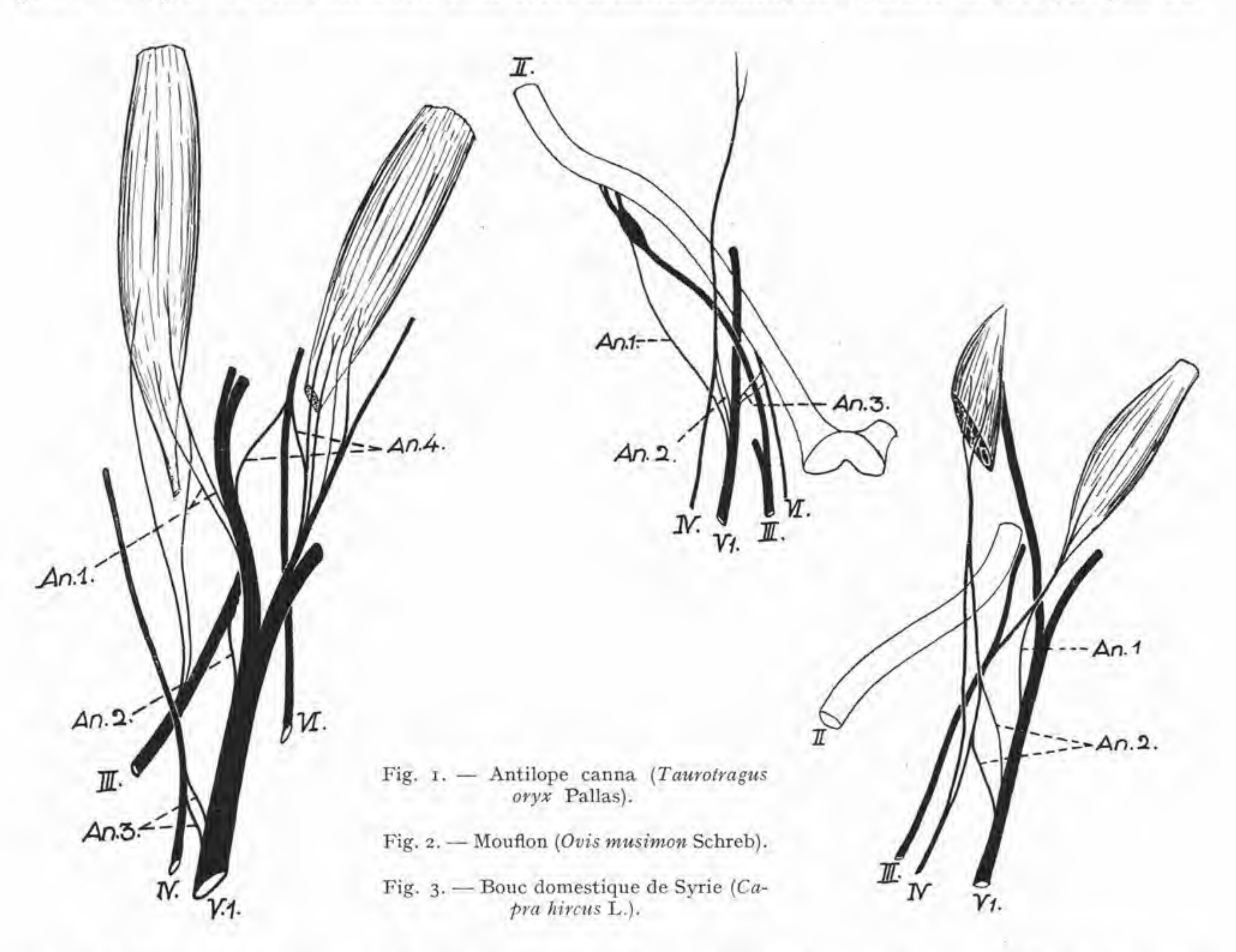


Fig. 1. — Antilope canna (*Taurotragus oryx* Pallas).

Fig. 2. — Mouflon (*Ovis musimon* Schreb).

Fig. 3. — Bouc domestique de Syrie (*Capra hircus* L.).

nerfs de l'orbite. Par mes recherches comparatives, je voulais premièrement démontrer que les anastomoses trouvées chez l'Homme existent aussi chez les différents Vertébrés, puis expliquer la raison de ces anastomoses, parce que les auteurs précités n'en donnent ni la systématisation, ni l'interprétation.

Dans ma communication présente, j'ai renoncé à donner la description des anastomoses entre les nerfs crâniens et le sympathique, le rapport en étant très variable et compliqué. L'un de mes élèves et mon collaborateur (A. Gellert, 1932-1933) a étudié en détails cette question.

Description des anastomoses.

Dans mes recherches, j'ai toujours trouvé que les branches anastomotiques se dirigent des nerfs sensitifs aux nerfs moteurs. Le nerf trijumeau étant le seul nerf sensitif de l'orbite, tous les rameaux anastomotiques ont leur origine dans le tronc (fig. 1, an. 2-3) ou dans les

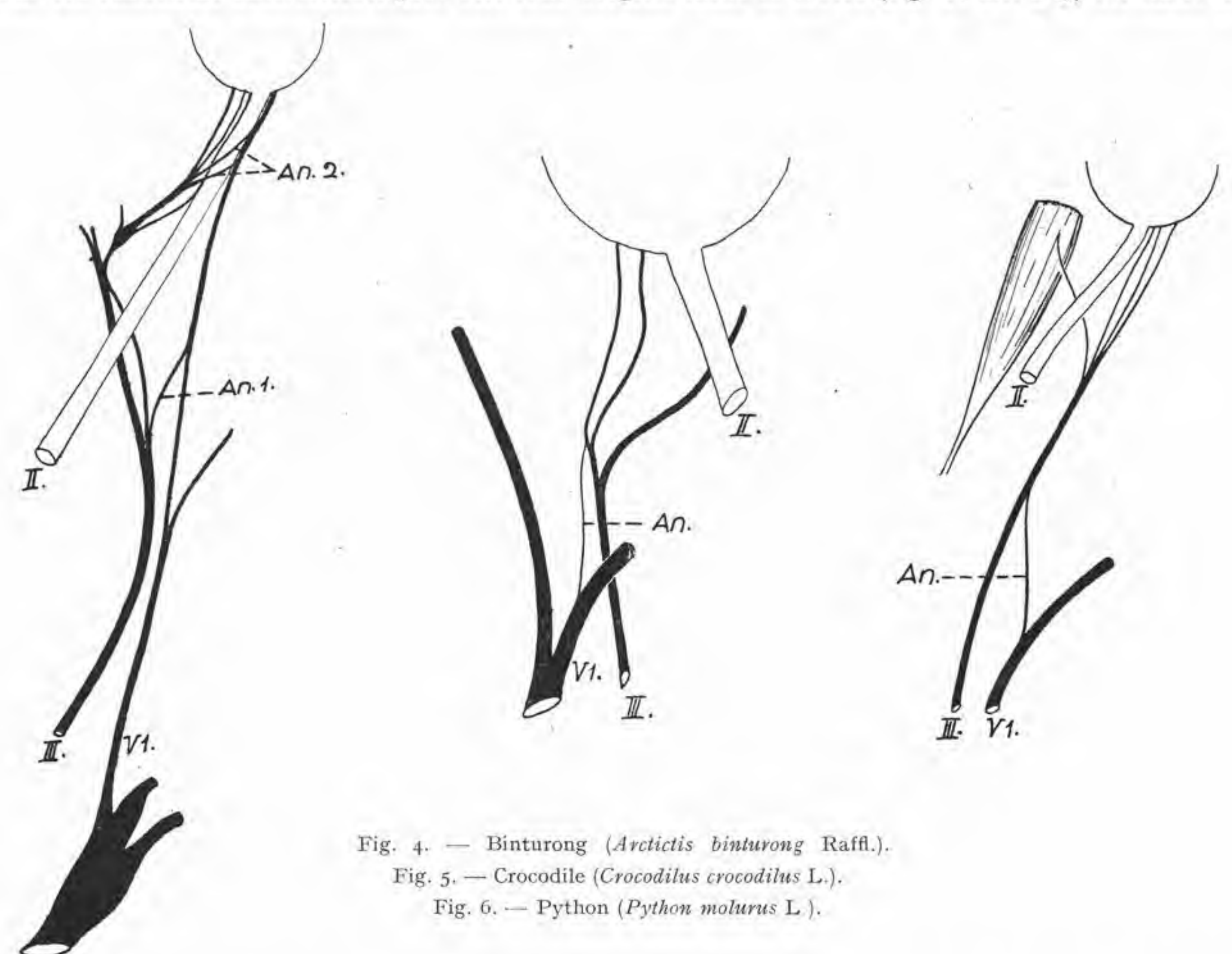


Fig. 4. — Binturong (*Arctictis binturong* Raffl.).
Fig. 5. — Crocodile (*Crocodilus crocodilus* L.).
Fig. 6. — Python (*Python molurus* L.).

branches du trijumeau (fig. 1, an. 4). Il arrive fréquemment que les branches sensitives se juxtaposent aux branches motrices (fig. 1, an. 1), ou que les deux sortes de nerfs pénètrent parallèlement dans le même muscle. Le cas se présente aussi que le nerf moteur reçoit les rameaux anastomotiques de branches différentes du trijumeau (fig. 1, an. 4).

Le tronc ou les branches du *nerf moteur oculaire commun* ont toujours leur anastomose avec le trijumeau. La racine sensitive (longue) du ganglion ophtalmique n'est rien autre qu'une anastomose (fig. 2, an. 1). Nous ne pouvons expliquer que de cette manière les anastomoses des nerfs ciliaires avec les branches (nerfs ciliaires longs) du trijumeau (fig. 4, an. 2 ; fig. 5, an.).

Le *nerf pathétique* reçoit son anastomose du trijumeau là où les deux troncs se juxtaposent (fig. 1, an. 3 ; fig. 2, an. 2 ; fig. 3, an. 2).

Le *nerf moteur oculaire externe* reçoit en général des rameaux anastomotiques courts et

très fins au croisement du trijumeau. Chez quelques animaux, les branches du trijumeau sont celles qui envoient les anastomoses à la VI[e] paire (fig. 1, an. 4 ; fig. 2, an. 3).

Conclusions.

1° Entre les nerfs de l'orbite, il existe exclusivement des anastomoses des nerfs sensitifs avec les nerfs moteurs. Je n'ai jamais vu d'anastomoses entre deux nerfs moteurs.

2° C'est toujours par anastomose que les nerfs moteurs reçoivent des branches sensitives.

3° Tous les nerfs moteurs ont une ou plusieurs anastomoses avec le nerf sensitif voisin, et c'est ainsi que tous les nerfs moteurs crâniens ont leurs éléments sensitifs (1).

4° Les anastomoses décrites sont constantes chez les Mammifères, les Oiseaux et les Reptiles. La topographie des anastomoses est différente chez les divers animaux.

(1) On n'a pas encore déterminé si les cellules ganglionnaires décrites par Tozer (1912), Nichols (1915) et Nicholson (1924) dans le tronc des III-IV et VI[e] paires, sont de nature sensitive ou végétative. Je donne, d'après mes recherches précédentes (1932, 1934), au ganglion ophtalmique la signification d'un simple ganglion sympathique.

Sur la structure des nerfs de la glande intercarotidienne (*glomus caroticum*)

chez les Singes anthropoïdes

Par J. BOTAR
de l'Université de Szeged (Hongrie).

Nous trouvons, sur la structure histologique des nerfs de la glande intercarotidienne, des données dans les publications de KOHN (1), DRUNER (2), WILLSON et BILLINGSLEY (3). Mais les recherches morphologiques et histologiques les plus approfondies sont celles de F. DE CASTRO (4), qui a étudié en détails, à l'aide de plusieurs procédés d'imprégnation d'argent, l'innervation de la glande intercarotidienne et de ses vaisseaux afférents, chez l'Homme, chez des Singes et chez des Mammifères domestiques et d'expérience.

Au laboratoire d'anatomie comparée du Muséum, j'ai étudié les nerfs de la glande intercarotidienne des Singes anthropoïdes. A la différence de F. CASTRO, je me suis servi de procédés de coloration pour la myéline (osmium, Weigert-Pal) et examiné la bifurcation carotidienne avec les nerfs du voisinage sur des séries complètes de coupes.

Tout en étant caractéristiques pour les Singes anthropoïdes, la description que je vais donner complète les résultats des recherches qui déjà ont été faites.

La glande intercarotidienne se trouve dans la bifurcation carotidienne, près des faces internes des vaisseaux ; elle apparaît non sous une forme dispersée, comme l'ont décrite KOHN et DE CASTRO chez l'Homme, mais comme une formation compacte, ayant la forme

(1) KOHN (A.), Ueber den Bau und die Entwicklung der sog. Carotisdrüse (*Archiv für mikrosk. Anatomie*, t. LVI, 1900) ; Die Paraganglien (*Archiv für mikrosk. Anatomie*, t. LXII, 1903).

(2) DRUNER (L.), Ueber die anatomischen Unterlagen der Sinusreflexe Hering's (*Deutsche med. Wochenschrift*, 51e année, 1925).

(3) WILLSON et BILLINGSLEY, The innervation of the carotid body (*Anat. Record*, t. XVIII, 1923).

(4) DE CASTRO (F.), Sur la structure et l'innervation de la glande intercarotidienne (*glomus caroticum*) de l'Homme et des Mammifères et sur un nouveau système d'innervation autonome du nerf glosso-pharyngien (*Travaux du Laboratoire de recherches biologiques*, Madrid, t. XXIV, 1926) ; Sur la structure et l'innervation du sinus carotidien de l'Homme et des Mammifères. Nouveaux faits sur l'innervation et la fonction du *glomus caroticum* (*Travaux du Laboratoire de recherches biologiques*, Madrid, t. XXV, 1928).

approximative d'une poire. Le corpuscule se compose de quatre ou cinq lobes plus grands et de plusieurs petits lobes, le tout entouré d'une capsule conjonctive unique. Chaque

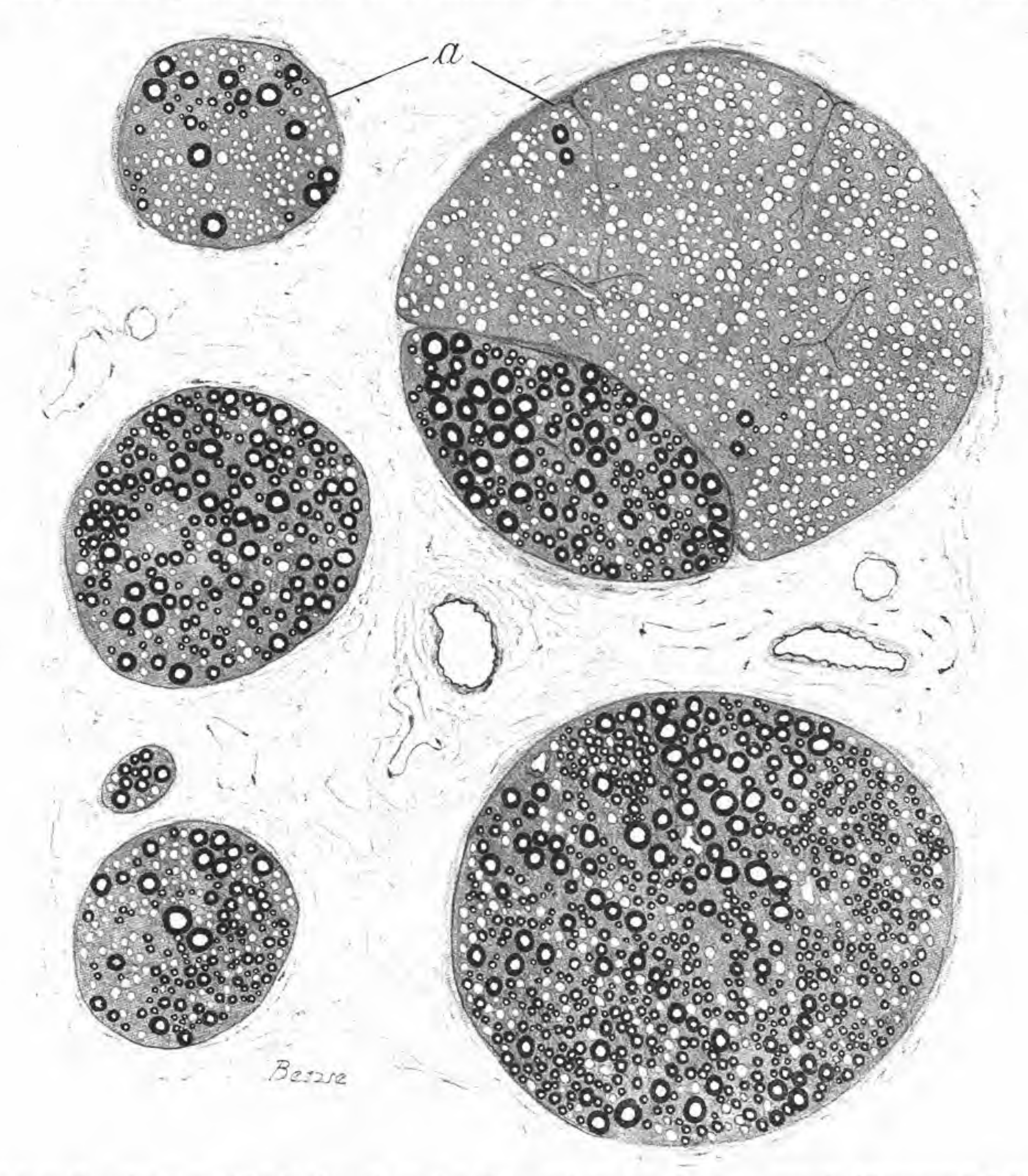


Fig. 1. — Le nerf intercarotidien du glosso-pharyngien. Chimpanzé. Osmium. Coupe transversale. Microscope de Reichert; Oc. comp. 6; Obj. apo. 37 d. Dessiné à l'appareil d'Abbe.

lobe est enveloppé d'un réseau vasculaire et nerveux extrêmement riche qui, entouré d'un peu de tissu conjonctif lâche, sépare les lobes les uns des autres. Selon leur taille, les lobes se composent d'un nombre plus ou moins grand de glomérules, de forme variée.

L'artère glandulaire issue de la carotide externe pénètre dans le corpuscule par son pôle inférieur obtus ; plusieurs petites veines glandulaires le quittent au niveau de son pôle supérieur. C'est encore au niveau de ce pôle supérieur qu'arrivent les nerfs.



Les nerfs se dirigeant vers la bifurcation carotidienne viennent de trois origines : 1° du nerf glosso-pharyngien, 2° du nerf pneumogastrique et 3° du ganglion cervical supérieur.

1° La plus grande partie des fibres est amenée par un rameau du glosso-pharyngien, dénommé nerf intercarotidien par DE CASTRO (fig. 1). Des nerfs plus petits arrivent quel-

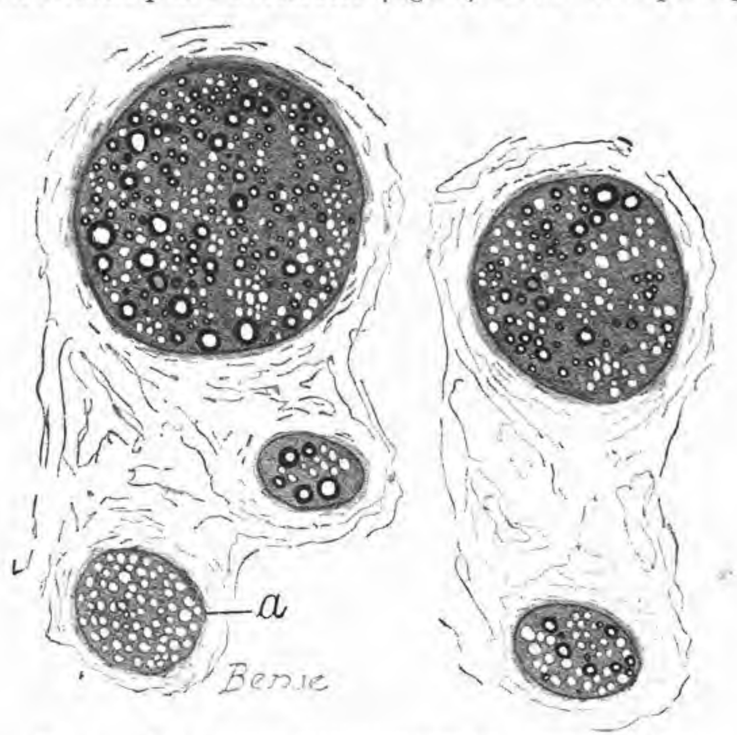


Fig. 2. — Les rameaux intercarotidiens du pneumogastrique.

quefois des rameaux pharyngiens et linguaux du glosso-pharyngien. Tous ces nerfs se composent d'un mélange de fibres amyéliniques, de fibres ténues à gaine de myéline mince, et de fortes fibres à gaine épaisse. Les fibres à gaine mince, les plus nombreuses, cheminent intimement entremêlées de fibres amyéliniques. Les fortes fibres à gaine épaisse se rencontrent, soit isolées, soit en groupes.

Des fascicules amyéliniques venant du ganglion cervical supérieur peuvent se joindre au nerf intercarotidien (fig. 1-*a*).

2° Les petits nerfs du pneumogastrique qui se dirigent vers la bifurcation carotidienne (fig. 2) tirent leurs origines soit directement du ganglion plexiforme, soit du nerf pharyngien, du nerf laryngé supérieur ou enfin du plexus pharyngien. Tous ces nerfs ont une structure à peu près analogue à celle du nerf intercarotidien du glosso-pharyngien; tout au plus les fibres amyéliniques y sont-elles plus nombreuses.

Ce groupe de nerfs peut également amener avec lui des petits fascicules composés exclusivement de fibres amyéliniques provenant probablement du ganglion cervical supérieur (fig. 2-*a*).

3° Les fins nerfs allant du ganglion cervical supérieur à la bifurcation carotidienne (fig. 3) se composent évidemment d'une forte majorité de fibres amyéliniques. Ils n'en

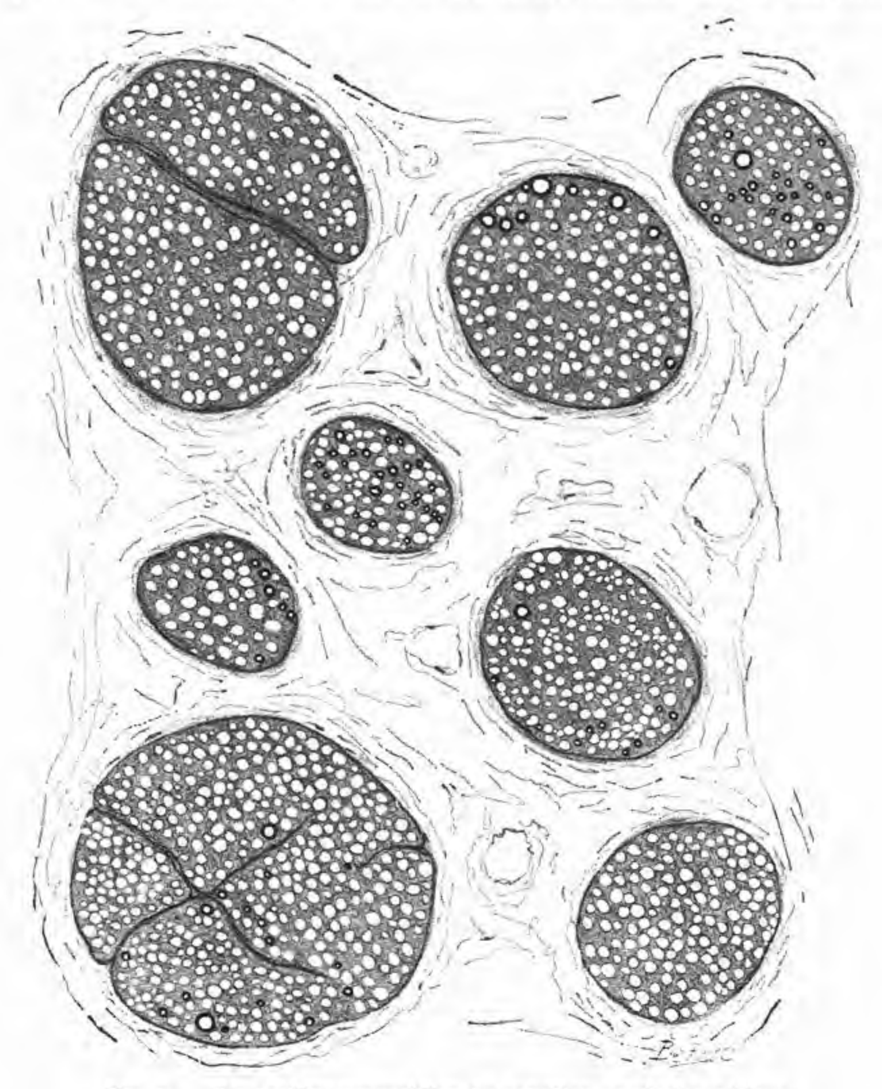


Fig. 3. — Le nerf intercarotidien du ganglion cervical supérieur.

contiennent pas moins, contrairement aux autres rameaux du ganglion, tels que les nerfs carotidiens externes et internes, le premier rameau communicant cervical, etc., de nombreuses fibres myéliniques dispersées, la plupart ayant une gaine de myéline épaisse. De semblables fibres myéliniques sont encore contenues dans les faisceaux amyéliniques, qui se joignent au nerf intercarotidien du glosso-pharyngien ou aux rameaux du pneumogastrique (fig. 1 et 2-*a*).

***

En ce qui concerne les lieux de terminaison des différentes catégories de fibres nerveuses, j'ai pu constater que les faisceaux amyéliniques du ganglion cervical supérieur,

aussi bien ceux qui restent indépendants pendant leurs parcours que ceux qui s'associent à d'autres nerfs, passent tout à côté du corpuscule intercarotidien et se dirigent vers les artères carotides commune et externe. Par conséquent, ils ne participent pas à l'innervation du glomus ou de ses vaisseaux.

De même, les groupes de fibres à gaine épaisse amenés par le nerf intercarotidien

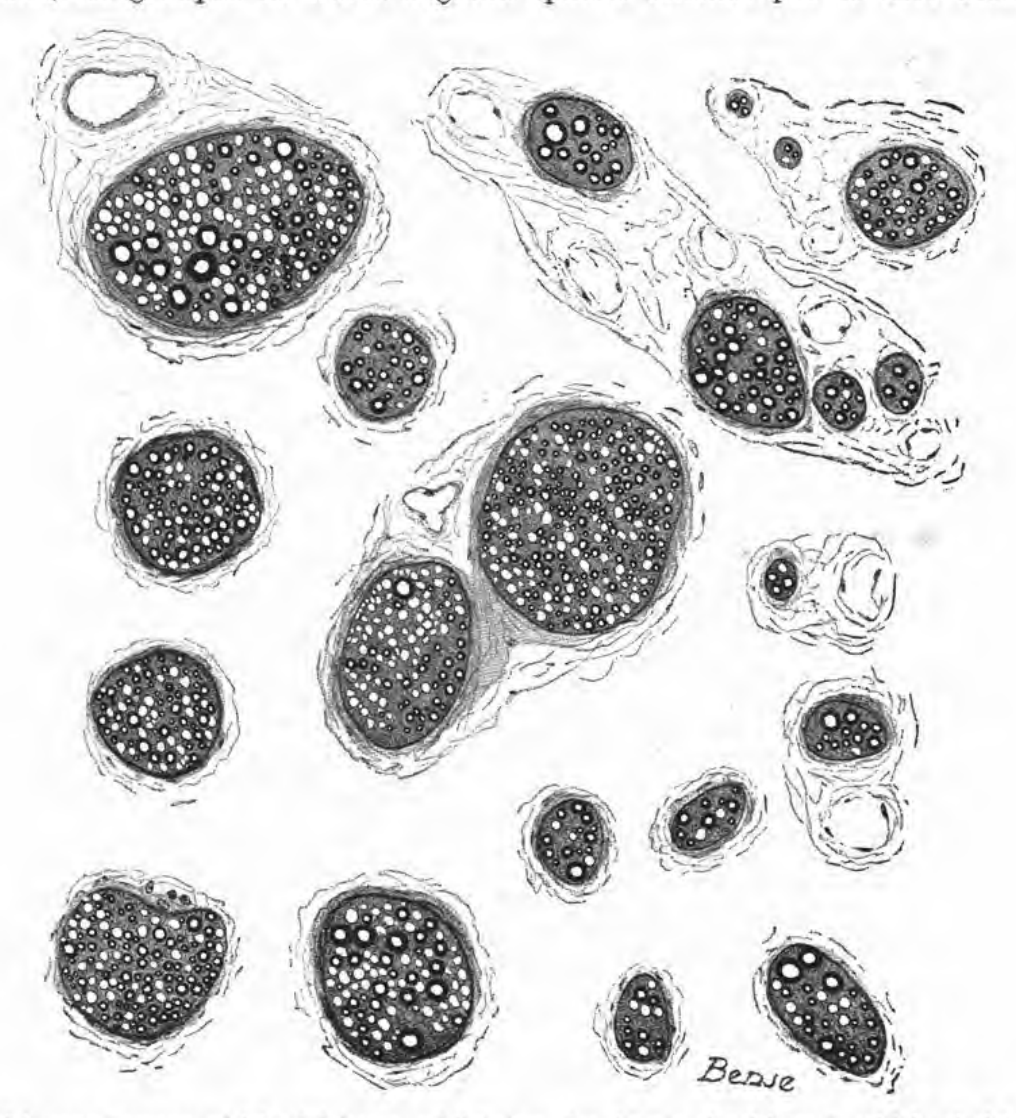


Fig. 4. — Les faisceaux nerveux périglandulaires et périlobaires plus forts et les faisceaux périglomérulaires plus faibles, destinés à l'innervation de la glande intercarotidienne.

du glosso-pharyngien et les rameaux du pneumogastrique ne participent pas à l'innervation proprement dite de la glande. En effet, les faisceaux formés par ces fibres cheminent soit à côté de la glande, soit entre ses lobes, pour se terminer en partie dans le sinus carotidien, en partie dans la paroi de l'artère glandulaire.

Parmi les faisceaux des nerfs glosso-pharyngien et pneumogastrique, seuls ceux composés d'un mélange de petites fibres à gaine mince et de fibres sans myéline participent à l'innervation de la glande intercarotidienne (fig. 4).

* * *

Les nerfs propres de la glande intercarotidienne atteignent son pôle supérieur, divisés en plusieurs fines branches; par de nouvelles ramifications et anastomoses, ils forment un

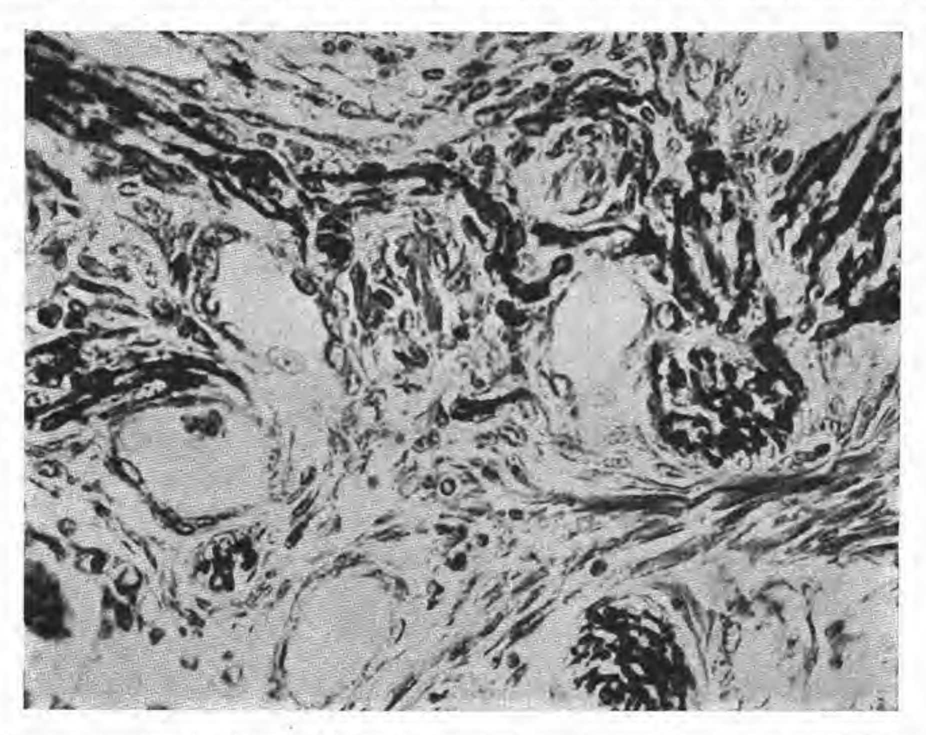


Fig. 5. — Les faisceaux nerveux du plexus périglandulaire pénétrant le long des veines glandulaires entre les lobes de la glande. Microphotographie au même grossissement que les figures précédentes.

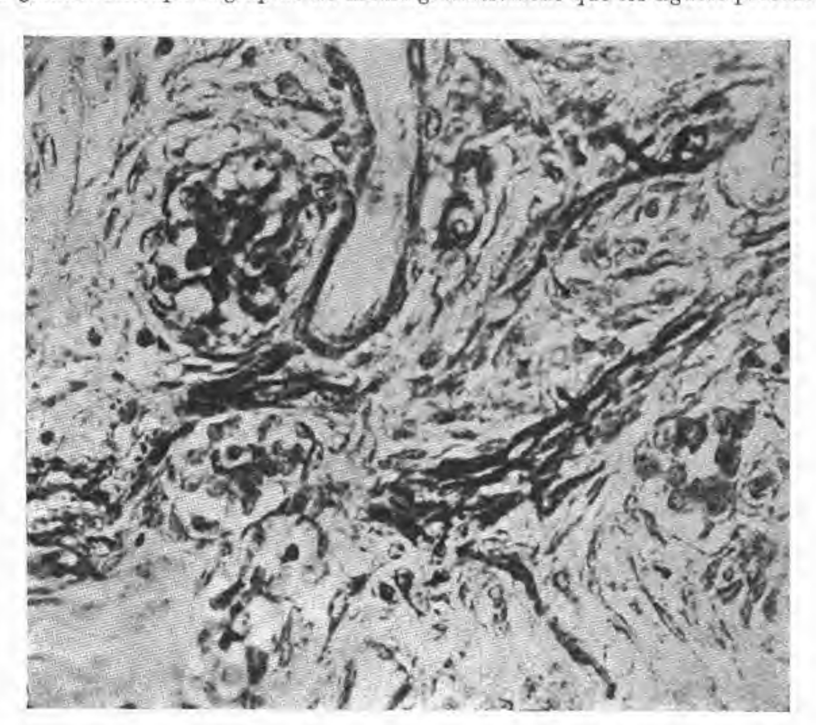


Fig. 6. — Un faisceau nerveux du réseau périlobulaire entrant à l'intérieur d'un lobe et s'y répandant entre les glomérules.

réseau entourant complètement la glande (plexus périglandulaire). Des fascicules ner-

veux pénètrent du plexus entre les lobes en suivant les veines (fig. 5), formant un deuxième système de réseau (plexus périlobaire). Les filets nerveux composés de cinq à dix fibres se portent du plexus périlobaire entre les glomérules (fig. 6) ; des fibres se détachent de ses filets (fig. 7) et entourent abondamment les glomérules (plexus périglomérulaire).

En ce qui concerne la structure des faisceaux nerveux des plexus périglandulaire, périlobaire et périglomérulaire, j'ai trouvé qu'ils contiennent d'une manière constante

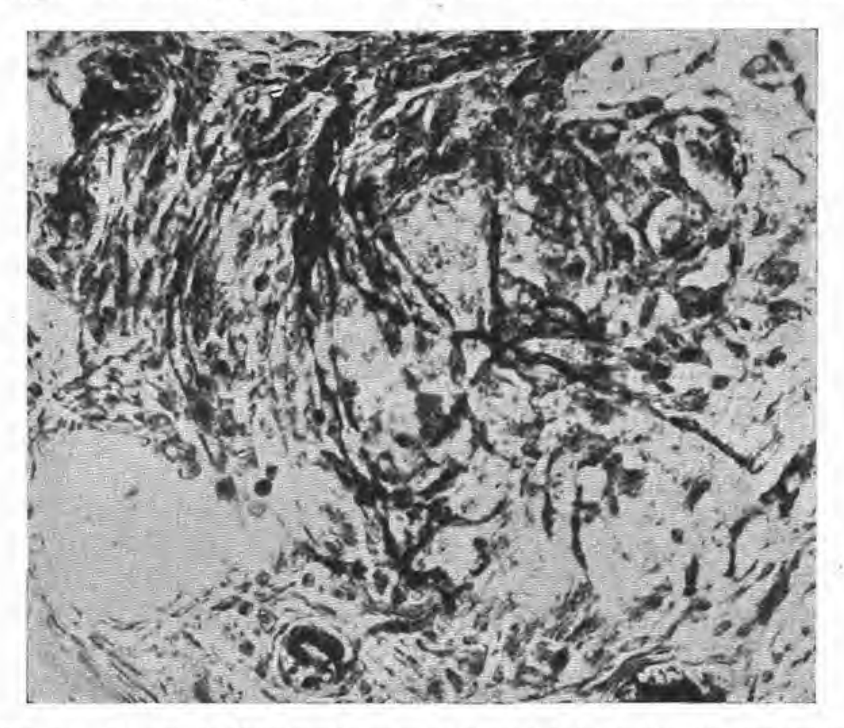


Fig. 7. — Réseau de fibres myéliniques au niveau de la surface des glomérules.

une égale quantité de fibres à gaine de myéline mince et de fibres sans myéline (fig. 4). La perte de la gaine myélinique n'a lieu, par conséquent, qu'au moment de leur entrée dans les glomérules. Mon observation s'oppose à celle de DE CASTRO, selon laquelle la plus grande partie des fibres seraient déjà dans le plexus périglomérulaire dépourvues de myéline.

Il n'y a pas de fibres myéliniques à l'intérieur des glomérules.



Je mentionnerais enfin que, pareillement à ce qui existe chez l'Homme, on ne trouve pas chez les Singes anthropoïdes de petits ganglions microscopiques, ou un nombre important de cellules nerveuses dispersées dans le corpuscule intercarotidien ou dans son voisinage. Sur mes coupes en série, je n'ai pu découvrir, dans le réseau nerveux périglandulaire du glomus, que deux ou trois cellules nerveuses en tout.

Chaire de Paléontologie

Professeur : MARCELLIN BOULE



ALBERT GAUDRY

Une patte antérieure de *Diplobune*

Par MARCELLIN BOULE et JEAN PIVETEAU

En 1929, le Laboratoire de Paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle fit l'acquisition de quelques ossements trouvés, l'année précédente, dans la carrière de gypse Massa et Bleneau, à Gagny (Seine-et-Oise).

Ces ossements, enfouis à 18 mètres de profondeur, proviennent certainement de la masse supérieure du gypse, c'est-à-dire du niveau classique de Montmartre, qui a fourni à CUVIER les éléments de ses classiques études.

En disposant ces pièces selon leurs connexions naturelles, nous avons pu reconstituer la patte antérieure droite d'un Artiodactyle, de la famille des Anoplothérides, appartenant sans conteste au genre *Diplobune*.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, nous indiquerons brièvement de quelle manière nous concevons la définition et les limites des *Anoplothéridés*.

Le nom d'*Anoplotherium* (1), genre type des Anoplothéridés, traduit un des principaux caractères de ces animaux : celui d'avoir des dents en série continue, aucune d'elles n'étant développée en défense.

On y range habituellement trois genres dans cette famille :

Anoplotherium (dont l'espèce la plus commune, *A. commune*, a été reconstituée par CUVIER), animal mesurant environ un mètre de hauteur au garrot, pourvu d'un crâne allongé, au corps terminé par une longue queue. Les pattes avaient deux doigts fonctionnels, les troisième et quatrième, à peu près également développés, et un doigt le plus souvent rudimentaire, le deuxième.

Diplobune (2), plus petit et plus svelte qu'*Anoplotherium*, s'en distinguait par ses molaires inférieures, dont les tubercules du croissant antérieur s'accolent pour former un pilier à deux pointes, d'où le nom du genre. Il avait trois doigts fonctionnels à chaque membre, le deuxième doigt étant largement écarté des deux autres.

Enfin, *Dacrytherium*, de la taille d'un petit Cerf, présentait, en avant de l'orbite, une fosse profonde ; ses membres se terminaient probablement par quatre doigts.

(1) Du grec α, privatif, ὅπλον, arme, θηρίον, animal, parce qu'il n'a pas les longues dents jouant le rôle de défenses.
(2) Du grec διπλος, double ; βουνός, colline.

Tous les représentants de cette famille paraissent cantonnés dans l'Éocène supérieur européen.

DESCRIPTION

Les portions conservées correspondent aux extrémités inférieures du radius et du cubitus, aux os du carpe et aux trois doigts fonctionnels. La reconstitution montre bien l'allure générale si caractéristique des *Diplobune* : les doigts médians III et IV sont à peu près également développés ; le doigt II, plus court, est largement écarté des précédents (Pl. I, fig. 1).

I. — Radius et cubitus.

Le radius montre, sur sa face inférieure, les deux facettes articulaires pour le semi-lunaire et le scaphoïde, séparées l'une de l'autre par une crête transversale. Cette disposition offre beaucoup d'analogies avec celle d'*Anoplotherium commune* (aux facettes d'articulation d'ailleurs moins concaves), et avec celle des Suidés.

Le cubitus, complètement indépendant du radius, a son extrémité inférieure comprimée, étirée. La même portion de l'os correspondant d'*Anoplotherium commune* conserve un contour plus régulier, c'est-à-dire plus quadrangulaire.

II. — Le carpe.

Le carpe présente la disposition alternante que l'on observe chez tous les Artiodactyles anciens. Nous n'avons, à la première rangée, que le semi-lunaire et le scaphoïde ; à la seconde rangée, nous pouvons étudier l'unciforme, le grand os, le trapézoïde.

Les éléments de la première rangée du carpe. — Le semi-lunaire, de forme bien caractéristique (Pl. I, fig. 2, 2-*a*, 2-*b*), ressemble à l'os correspondant d'*Anoplotherium commune* de nos régions, des Oréodontidés de l'Amérique du Nord. Sa face antérieure montre un long prolongement qui s'insinue « en coin » entre l'unciforme et le grand os. Le contact avec l'unciforme est à peu près rectiligne ; avec le grand os, au contraire, la facette d'articulation est concave. *Agriochœrus*, de l'Oligocène de l'Amérique du Nord, offre une disposition semblable ; *Oreodon*, une disposition inverse. Chez *Anoplotherium commune*, le semi-lunaire, vu de face, a un aspect plus symétrique.

Le scaphoïde, au contour général plus allongé, grossièrement elliptique (Pl. I, fig. 3), a une face supérieure pour l'articulation avec le radius, divisée en deux parties : une partie externe sensiblement plane, une partie interne concave. Sur sa face inférieure, il présente une facette articulaire relativement petite pour le semi-lunaire et une facette plus étendue, allongée, séparée en deux par une crête faiblement marquée, donnant articulation au trapézoïde. Sur cette même face inférieure, la facette articulaire pour le grand os est également divisée en deux portions : une antérieure à peu près plane ; une postérieure, légèrement concave, située en contre-bas de la précédente.

On peut noter, entre le scaphoïde de *Diplobune* et celui d'*Anoplotherium commune*,

quelques différences. Chez ce dernier, la facette radiale est simple et n'occupe guère que la moitié antérieure de la surface totale de l'os ; la division en deux de la facette pour le grand os est à peine indiquée ; par contre, l'articulation avec le trapézoïde se fait de la même façon dans les deux genres.

Les éléments de la deuxième rangée du carpe. — Les trois os de la deuxième rangée du carpe : trapézoïde, grand os et unciforme, reposent respectivement sur les IIe, IIIe et IVe métacarpiens.

Le trapézoïde s'articule avec le scaphoïde par une facette d'abord plane, puis fortement concave ; avec le grand os, par une facette très incurvée. Sur sa partie externe, il présente une petite facette articulaire correspondant au trapèze, et indiquant ainsi l'amorce du premier doigt, qui devait être tout à fait rudimentaire.

Le grand os (Pl. I, fig. 4, 4-*a*, 4-*b*) a sa face supérieure divisée par une crête en deux parties nettement distinctes et inégales ; la plus petite correspond à la facette pour le semi-lunaire, qui se prolonge par celle de l'unciforme ; la plus grande, à la facette pour le scaphoïde. L'articulation avec le semi-lunaire se fait suivant une ligne presque verticale ; celle qui correspond au scaphoïde est doucement inclinée et légèrement concave.

L'unciforme, qui repose sur le IVe métacarpien, présente en outre une petite facette articulaire pour le IIIe. Sur cet os, très détérioré, on ne peut guère observer que la facette bien développée et inclinée presque jusqu'à la verticale pour le semi-lunaire, et une facette à peu près plate pour le grand os.

Dans l'ensemble, le carpe de *Diplobune* offre la même disposition générale que celui d'*Anoplotherium commune*.

III. — Métacarpiens et phalanges.

La patte que nous étudions est pourvue de trois métacarpiens correspondant aux trois doigts fonctionnels ; en outre, deux facettes très petites portées respectivement par les métacarpiens II et IV indiquent l'existence des rudiments de doigts I et V.

Le métacarpien II est largement écarté, comme nous l'avons déjà indiqué, des métacarpiens III et IV, et nettement plus court. Les métacarpiens III et IV, bien développés et à peu près de même taille, paraissent avoir été rapprochés (Pl. I, fig. 1).

Les extrémités distales de ces trois métacarpiens sont arrondies ; il n'y a de carène que sur la partie postérieure de la surface articulaire. Celle-ci se détache moins du corps de l'os que chez les Oréodontidés ; elle offre beaucoup d'analogies avec la facette articulaire d'*Anoplotherium commune*, et davantage encore avec celle des Chameaux.

Chaque doigt comprend trois phalanges, la seconde étant de moitié moins longue que la première. La surface articulaire avec la troisième phalange transformée en sabot remonte sur la face dorsale de l'os, ce qui semble bien indiquer une certaine mobilité du sabot.

Les sabots des doigts III et IV (celui du doigt II manque) présentent une certaine dissymétrie, leur bord interne étant sensiblement rectiligne, leur bord externe légèrement concave, comme chez les Artiodactyles actuels et chez *Anoplotherium commune*. Ces sabots,

à extrémité distale légèrement étalée, sont constitués par un tissu osseux très spongieux et montrent, surtout à leur partie terminale, des perforations de dimensions variables (Pl. I, fig. 5 et 5-*a*).

ATTRIBUTION GÉNÉRIQUE

Les ressemblances de la patte antérieure que nous venons de décrire avec celle de *Diplobune* s'imposent sans discussion. Il suffira de comparer la restauration que nous en donnons avec celle du *Diplobune* du Quercy par exemple (1), pour se rendre compte que l'attribution générique proposée ne soulève aucune difficulté.

D'ailleurs, comme nous allons le voir, la présence du genre *Diplobune* dans le Ludien du Bassin de Paris ne peut être considérée comme un fait nouveau ; la pièce que nous venons d'interpréter s'ajoute, en les complétant, à de très anciennes trouvailles. Et c'est ainsi que nous sommes amenés à rappeler brièvement l'historique de la forme nommée par CUVIER *Anoplotherium secundarium.*

« Anoplotherium » secundarium et Diplobune.

Dans la deuxième édition de ses *Recherches sur les ossements fossiles*, après avoir distingué l'*Anoplotherium* du *Palæotherium* et « rétabli leurs squelettes », CUVIER divisait le premier de ces genres en trois groupes :

1° Les *Anoplotheria proprie sic dicta* ;

2° Les Xiphodontes ;

3° Les Dichobunes.

Seules, les formes du premier groupe entrent dans la famille des Anoplothéridés, telle que nous la concevons maintenant. CUVIER y distinguait deux espèces qu'il nommait et caractérisait de la manière suivante :

1° *A. commune. Statura Asini minoris, cauda corporis longitudine, crassissima, habitu elongato Lutræ. Verisimiliter natatorius* ;

2° *A. secundarium. Similis præcedenti, sed statura Suis.*

L'espèce *Anoplotherium commune*, bien caractérisée, connue par des restes relativement complets, fut acceptée par tous les paléontologistes ; c'est le représentant classique des Anoplothéridés.

Il n'en fut pas de même pour l'*Anoplotherium secundarium.*

DE BLAINVILLE, qui se propose trop souvent comme but exclusif de prendre en faute son confrère, se livra dans son *Ostéographie* à un long commentaire du travail de CUVIER, cherchant surtout à relever, entre la première et la deuxième édition des *Recherches*, les variations de pensée de leur auteur. Critiquant la distinction des espèces faites par CUVIER d'après la taille, reprochant à celui-ci de seulement « procéder à l'aide du compas », il paraît

(1) Voir A. GAUDRY, Enchaînements du monde animal (*Mammifères tertiaires*, p. 156, fig. 208). Il s'agit d'une patte antérieure gauche, figurée sous le nom d'*Eurytherium.*

bien rejeter, sans se prononcer d'ailleurs d'une façon nette, l'espèce *A. secundarium*, qui semble correspondre pour lui à une forme jeune d'*A. commune*.

Quelques années plus tard, POMEL (1), à la suite de recherches sur les fossiles que venaient de mettre à jour des fouilles exécutées dans le gisement de la Débruge (Vaucluse), distingua deux types d'Anoplothéridés : 1° des espèces didactyles, « avec rudiments de sésamoïdes latéraux », comme l'*Anoplotherium commune* ; 2° des espèces tridactyles, parmi lesquelles il englobait l'*Anoplotherium secundarium*.

GERVAIS compliqua et embrouilla la question en laissant, dans le genre *Anoplotherium*, les deux espèces cuviériennes : *commune* et *secundarium*, et créant un genre nouveau, *Eurytherium* (2), pour des Anoplothéridés qui auraient eu quatre doigts antérieurs fonctionnels et trois doigts postérieurs.

Enfin FILHOL, dans ses *Recherches sur les Phosphorites du Quercy*, fit entrer dans le genre *Eurytherium* plusieurs espèces auxquelles il n'attribua d'ailleurs, avec juste raison, que trois doigts antérieurs, comme *E. modicum*, *E. Quercyi*, *E. minor*, et aussi *Anoplotherium secundarium*, dont il avait, de ce gisement des Phosphorites, quelques fragments de pattes postérieures et une mandibule.

Il insistait en outre beaucoup sur les analogies, allant jusqu'à la similitude absolue, entre la dentition d'*Eurytherium* et du genre *Diplobune*, créé par FRAAS (3), en 1876, pour une forme de l'Éocène supérieur d'Allemagne et caractérisée par le fait que le bord interne du premier lobe des molaires inférieures porte une double pointe. Mais il n'alla pas jusqu'à admettre l'identité générique des deux formes.

Les travaux ultérieurs de SCHLOSSER (4) et de M. STEHLIN (5) sont venus confirmer l'attribution des trois espèces du Quercy que nous venons de citer, ainsi que de l' « *Anoplotherium* » *secundarium* de CUVIER, au genre *Diplobune*.

A vrai dire, CUVIER a rassemblé, sous la dénomination d'*Anoplotherium secundarium*, des pièces hétérogènes, beaucoup devant être rapportées à l'*Anoplotherium commune*. Nous ne retiendrons ici, comme appartenant d'une façon certaine à *Diplobune secundarium*, qu'une mandibule représentée planche VIII, figure 5, des *Recherches* (2e édition), portant les trois molaires définitives, la dernière molaire de lait, les autres prémolaires. Malgré l'état défectueux de conservation de cette dentition, on peut y reconnaître sans difficultés la caractéristique du genre *Diplobune* : le bord interne du premier lobe des molaires inférieures porte une double pointe.

A cette mandibule, il faut maintenant ajouter la patte antérieure étudiée dans cette note ; par ces deux pièces, se trouve représentée jusqu'ici d'une façon certaine, dans le Bassin de Paris, la forme *Diplobune secundarium*.

(1) POMEL, *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXIII, p. 16.
(2) GERVAIS (P.), *Comptes Rendus Académie des sciences de Paris*, t. XXX, p. 603; *Zool. et Pal. franç.*, 1re *édition*, t. II, n° 36.
(3) FRAAS (O.), Ueber Diplobune bavaricum (*Palæontographica*, 1870, vol. XVII, p. 177).
(4) SCHLOSSER (H.), Ueber extremitäten des Anoplotherium, etc. (*Neues Jahrb. f. Mineral.*, 1883, II, p. 142); Ueber sicht der bekannten Arten von Anoplotherium und Diplobune (*Ibid.*, p. 153).
(5) STEHLIN (H. G.), Die Säugetiere des schweizerischen Eocaens (*Abhandl. schweizer paläont. Ges.*, vol. XXXVI, 1910).

AFFINITÉS DES GENRES *ANOPLOTHERIUM* ET *DIPLOBUNE*

Les ressemblances de l'architecture du crâne, des moulages endocraniens et de la dentition établissent l'étroite parenté des genres *Anoplotherium* et *Diplobune*. Les seules différences nettes ne portent, en somme, que sur une modification du système dentaire. On ne peut en effet invoquer, comme autre caractère différentiel, la présence des trois doigts fonctionnels chez *Diplobune*, puisqu'il existe, selon M. Stehlin, des Anoplothériums tridactyles, comme *A. Laurillardi*.

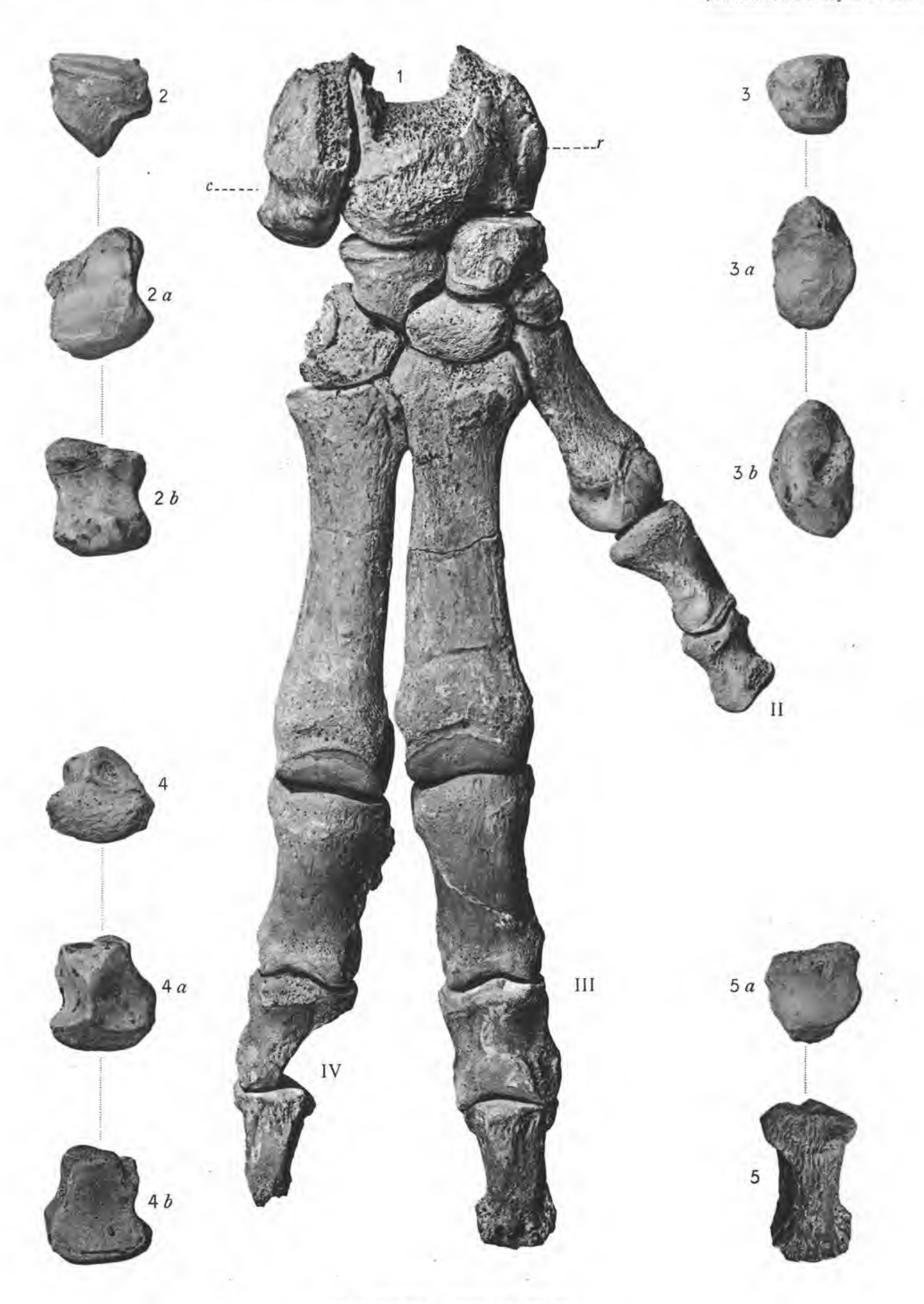
Nous n'avons d'ailleurs pas eu l'intention d'entreprendre, dans ce court mémoire, une étude complète de ce si curieux groupe des Anoplothéridés, témoin d'un monde lointain et évanoui de Mammifères, dont rien, dans la nature actuelle, ne peut évoquer l'image. Nous avons seulement pensé qu'il n'était pas sans intérêt de faire connaître une pièce venant compléter partiellement les recherches de Cuvier sur les ossements fossiles des carrières de gypse des environs de Paris, objets précieusement conservés dans les Galeries de Paléontologie du Muséum.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Toutes les pièces, représentées grandeur naturelle, sont conservées dans les Collections de Paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle.

Fig. 1. — *Diplobune secundarium*, du Ludien des environs de Paris. Extrémités distales du radius (*r*), du cubitus (*c*) et patte antérieure. II à IV, doigts.
Fig. 2, 2-*a* et 2-*b*. — *Id.* Semi-lunaire, vu par la face antérieure, la face supérieure et la face inférieure.
Fig. 3, 3-*a* et 3-*b*. — *Id.* Scaphoïde, vu par la face antérieure, la face supérieure et la face inférieure.
Fig. 4, 4-*a* et 4-*b*. — *Id.* Grand os, vu par la face antérieure, la face supérieure et la face inférieure.
Fig. 5 et 5-*a*. — *Id.* Phalange unguéale correspondant au sabot, vue par la face supérieure et par la face postérieure.

(MARCELLIN BOULE et JEAN PIVETEAU)



DIPLOBUNE SECUNDARIUM.

IMP. H. BIENAIMÉ - ASNIÈRES

Source : MNHN, Paris

Quelques Échinides fossiles de Madagascar

Par J. COTTREAU

Nos connaissances sur les Échinides fossiles de Madagascar ont récemment progressé notablement, grâce aux recherches de M. H. BESAIRIE, qui, lui-même, a décrit ou signalé diverses espèces inédites (1). D'autre part, le savant échinologiste, M. J. LAMBERT a fait connaître, d'après des exemplaires communiqués par M. BESAIRIE, un certain nombre d'autres formes nouvelles du Jurassique, du Crétacé et de l'Éocène de la grande île (2).

J'ajouteici quelques remarques concernant certaines espèces signalées par M. BESAIRIE, qui a bien voulu enrichir les collections de Paléontologie du Muséum. Je décris ensuite deux espèces encore inédites, don de M. PERRIER DE LA BATHIE au Muséum.

DIPLOCIDARIS GIGANTEA Ag. (*Cidaris*).
(Fig. 1.)

1930. *Diplocidaris gigantea* Ag., *in* BESAIRIE (H.), Recherches géologiques à Madagascar, p. 115.

L'exemplaire recueilli par M. BESAIRIE est un test de petite taille (diamètre, 55 millimètres; hauteur, 35 millimètres) ; c'est un *Diplocidaris gigantea* parfaitement caractérisé. Il y a lieu d'observer qu'il s'agit non pas sans doute d'une variété, mais vraisemblablement d'un individu au stade jeune. Le qualificatif *gigantea* ne s'applique effectivement qu'aux exemplaires tout à fait adultes de cette espèce. Les dimensions de l'échantillon malgache sont d'ailleurs analogues à celles indiquées par COTTEAU dans la *Paléontologie française* (3), pour la petite taille du *Diplocidaris gigantea*.

Cette espèce a été décrite du Séquanien dans le Jura bernois, en Wurtemberg, en France et en Algérie.

Gisement. — Lisière Ouest de la forêt d'Antsingy, au voisinage de la piste Tsiandro-Antsalova (province de Maintirano).

(1) 1930. BESAIRIE (H.), Recherches géologiques à Madagascar, 272 pages, 27 planches et cartes, vol. in-8, Toulouse.

(2) 1929. LAMBERT (J.), Échinides éocènes de Madagascar (*Comptes Rendus Académie des sciences*, p. 192). — 1930. BESAIRIE et LAMBERT, Notes sur quelques Échinides de Madagascar et du Zululand (*Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. XXX, p. 107, 2 planches). — 1933. LAMBERT (J.), Échinides de Madagascar, communiqués par M. H. BESAIRIE, 49 pages, 4 planches (*Gouvernement général de Madagascar. Annales géologiques du Service des Mines*, fasc. 3, Tananarive).

(3) Terrain jurassique, t. X, 1re partie, Échinides réguliers, p. 328.

ASTEROCIDARIS PERONI Cott, (*Pseudocidaris*).

(Fig. 2, 2-*a*, 2-*b*.)

1872. *Pseudocidaris Peroni*, COTTEAU. Échin. nouv. ou peu connus, t. I, p. 152, Pl. XXI, fig. 1-6.
1880-1885. *Pseudocidaris Peroni*, COTTEAU. Paléont. franç. Terrain jurassique, t. X, 2e part., p. 14, Pl. CCLXIII.
1930. *Asterocidaris* cf. *granulosa*, Wright, *in* BESAIRIE (H.). Recherches géologiques à Madagascar, p. 116.

Un exemplaire parfaitement conservé, recueilli par M. BESAIRIE, ne peut être spécifiquement distingué de l'*Asterocidaris Peroni* ; j'ai pu d'ailleurs le comparer directement aux échantillons types de cette espèce provenant du Bathonien de Valauris (Var) conservés dans la collection Peron au Muséum.

Les dimensions de l'exemplaire de Madagascar (diamètre, 34 millimètres ; hauteur, 20 millimètres) concordent exactement avec celles du plus grand *Asterocidaris Peroni* de Valauris. Les aires ambulacraires, onduleuses, présentent à la face inférieure deux rangées de tubercules crénelés et perforés (cinq par rangée), saillants vers le pourtour du test ; elles se rétrécissent un peu plus haut et jusqu'à l'apex; les tubercules sont remplacés par deux rangées alternes de gros granules à contour ovoïde. Dans les interambulacres, deux rangées alternes, comprenant chacune quatre tubercules également crénelés et perforés, se terminent sur la face supérieure à 6 millimètres environ de l'appareil apical ; chaque tubercule scrobiculé est bordé d'un cercle régulier de granules. Les tubercules interambulacraires sont particulièrement saillants et développés à l'ambitus, accompagnés de très petites verrues. Il n'y a pas de tubercules secondaires ; la zone miliaire est nulle. Les tubercules interambulacraires périapicaux atrophiés sont aussi remplacés par de gros granules, analogues à ceux des aires ambulacraires, mais un peu plus gros et parfois fusionnés, sans ordre apparent, parmi lesquels sont disséminées quelques microscopiques granulations. Les zones porifères formées de majeures granulifères bisociées sont onduleuses ; elles s'élargissent près du péristome, autour duquel sont des majeures polypores. Le péristome entaillé mesure 17 millimètres de diamètre.

L'appareil apical est surtout typique. Les plaques génitales sont finement ridées et granuleuses, déprimées en leur centre ; leur bord interne porte deux granules, sauf pour la plaque madréporique, ornée d'un seul granule. Sur chaque plaque, le pore génital s'ouvre près de l'angle externe. Les plaquettes ocellaires subtriangulaires sont aussi finement ridées. Chez *Asterocidaris granulosa* Wright (*Hemicidaris*), les plaques génitales, simplement granuleuses, ne sont ni ridées ni déprimées en leur centre ; elles ne portent pas un ou deux granules sur leur bord interne.

L'exemplaire malgache a été recueilli avec *Diplocidaris gigantea* Ag. et *Pygaster umbrella* Ag. à un niveau stratigraphique compris entre le Callovien et le Séquanien, certainement postérieur au Bathonien. *Asterocidaris Peroni* Cott., décrit du Bathonien du Var, est encore une des espèces européennes qui, pendant la période jurassique, auraient persisté plus longtemps à Madagascar.

Gisement. — Lisière Ouest de la forêt d'Antsingy, au voisinage de la piste Tsiandro-Antsalova (province de Maintirano).

TOXOPATAGUS PERCICUS Cott. et Gauthier (*Hemipneustes*).

(Fig. 3, 3-*a*, 3-*b*, 3-*c*.)

1895. *Hemipneustes persicus*, COTTEAU et GAUTHIER. Mission J. DE MORGAN, Paléontologie, Échinides fossiles, p. 15, Pl. II, fig. 1-6.

1897. *Hemipneustes compressus*. NŒTLING. Fauna of the upper cretaceous (Maestrichtien) beds of the Mari Hills (Baluchistan) (*Mem. of the geol. Sur. of India*, ser. XVI).

1930. *Hemipneustes* (*Toxopatagus*) cf. *persicus*, COTT et GAUTHIER, *in* BESAIRIE (H.). Recherches géologiques à Madagascar, p. 127 et 130.

J'ai pu m'assurer, en comparant un exemplaire bien conservé et non déformé, don de M. BESAIRIE au Muséum, avec les échantillons-types de l'*Hemipneustes persicus* conservés à l'École des Mines, de l'identité spécifique.

L'exemplaire de Madagascar mesure, suivant le diamètre transversal, 53 millimètres, suivant le diamètre longitudinal, 50 millimètres ; sa hauteur est de 29 millimètres. Il ne se distingue d'*H. persicus* Cott. et Gauthier par aucun caractère de valeur spécifique. Sa forme générale suborbiculaire, un peu plus longue que large, sa face supérieure uniformément bombée et relativement plus élevée que chez *H. persicus* sont comparables à celles de l'*Hemipneustes compressus* Nœtl. du Béloutchistan ; toutefois la déclivité des flancs, vue de la face supérieure, est moins abrupte chez l'échantillon de Madagascar.

Gauthier avait eu soin de noter les variations « dans la forme plus ou moins renflée » chez *H. persicus*. Nœtling, deux ans plus tard, paraît avoir ignoré l'existence de l'*Hemipneustes persicus* en établissant son *Hemipneustes compressus*, qui, d'après la description et les figures, ne peut être distingué du précédent. C'est une même forme dont nous constatons l'existence en Perse et dans le Béloutchistan durant le Maestrichtien ; à Madagascar, elle se rencontre en compagnie de *Stigmatopygus Lamberti* Bes., dans un niveau attribué au Campanien supérieur.

Gisement. — Andrafiavelo (province de Maintirano) dans les grès d'Andrakaruka avec *Stigmatopygus Lamberti* (1) Bes.

HEMIPNEUSTES PERRIERI nov. sp.

(Fig. 4, 4-*a*, 4-*b*.)

1926. *Hemipneustes striatoradiatus*, *in* PIVETEAU (J.). Paléontologie de Madagascar, t. XIII. Amphibiens et Reptiles permiens (*Ann. de paléontologie*, t. XV, p. 32).

L'unique exemplaire, de grande taille, mesure 57 millimètres en hauteur dans la région antérieure la plus élevée, 112 millimètres suivant le diamètre antéro-postérieur, 98 millimètres suivant le diamètre transversal. La forme générale est large sans être dilatée, oblongue, faiblement échancrée par le sillon antérieur, tronquée en arrière. La face supérieure gibbeuse en avant est obliquement déclive dans la région postérieure, ce qui donne à

(1) Des échantillons assez défectueux donnés au Muséum en 1909 par le capitaine CONTET me permettent de signaler la présence de *Stigmatopygus Lamberti* plus au Sud, dans la province de Tuléar. Ils proviennent de Vineta.

cet échantillon, vu de profil, un aspect qui se rencontre rarement parmi les espèces du genre (1). Sous ce rapport, deux espèces seulement, *H. Arnaudi* Cott. et *H. oculatus* (Drapiez) Cott., sont comparables.

H. Perrieri se distingue immédiatement d'*H. Arnaudi* par ses dimensions beaucoup plus grandes, sa forme oblongue et non pas subcirculaire, le dessin différent de la bordure du sillon antérieur et des aires ambulacraires paires beaucoup plus flexueuses.

H. oculatus (Drapiez) Cotteau, tel qu'il a été décrit et figuré (*Annales de la Société royale malacologique de Belgique*, t. XXV, p. 5, Pl. I, fig. 1 à 3) est plus voisin de *H. Perrieri*, mais s'en distingue par sa très grande taille, sa forme plus dilatée, plus arrondie en avant ; son sillon antérieur est plus étroit, plus excavé, ses aires ambulacraires paires sensiblement plus flexueuses.

Les caractères communs aux trois espèces *H. Perrieri*, *H. oculatus* et *H. Arnaudi*, sont les suivants :

1° Même structure de l'appareil apical allongé, à fleur de test, granuleux.

2° Même dispositif des zones porifères dans les aires ambulacraires.

3° Même forme et emplacement du périprocte s'ouvrant dans une excavation du test au milieu de la troncature de la face postérieure.

4° Péristome semi-circulaire, très excentrique en avant, s'ouvrant dans une forte dépression du test à la base du sillon antérieur, à labrum anguleux et saillant.

5° Face inférieure plane, presque tranchante sur les bords, déprimée en avant du péristome.

6° A la face supérieure, les petits tubercules ornant le test sont homogènes et serrés, un peu plus gros et plus espacés sur la bordure du sillon antérieur, de même qu'à la face inférieure.

En résumé, *Hemipneustes Perrieri* est une forme exactement intermédiaire entre *H. Arnaudi* Cott. du Sénonien supérieur de la Dordogne et *H. oculatus* Cott. de la craie grise de Ciply. *Hemipneustes Sardanyolæ* Vidal du Campanien de la Catalogne, dont les dimensions se rapprochent de celles de l'*H. oculatus*, s'en distingue par le profil régulièrement convexe de la face supérieure.

Gisement. — L'unique exemplaire recueilli par M. PERRIER DE LA BATHIE provient des couches à *Hemiaster madagascariensis* Cott. de la rive gauche de l'Onilahy, attribuées au Maestrichtien.

ILARONIA SINDENSIS Duncan et Sladen, var. *madagascariensis* nov.

(Fig. 5, 5-*a*, 5-*b*, 5-*c*.)

Deux exemplaires, recueillis aux environs de Majunga par M. PERRIER DE LA BATHIE, se classent dans le genre *Ilarionia* Dames et constituent apparemment une variété de l'*Ilarionia sindensis* Duncan et Sladen.

(1) Chez les autres espèces, notamment l'espèce-type *H. striato-radiatus*, la forme est renflée, très convexe, presque perpendiculaire en avant.

Leurs dimensions sont les suivantes :

	Diamètre longitudinal.	Diamètre transversal.	Hauteur maximum.
	—	—	—
Échantillon A...............	21 millimètres.	$14^{mm},5$	$12^{mm},5$
— B...............	21 —	15 millimètres.	11 millimètres.

Contour du test régulièrement elliptique et allongé. Face supérieure bombée, particulièrement en arrière de l'appareil apical excentrique en avant et présentant quatre pores génitaux. Les zones porifères sont égales dans chaque pétale ambulacraire : environ dix-huit paires de pores inégaux, conjugués et disposés obliquement à l'ambulacre impair ; vingt et une paires de pores pour les pétales latéraux. Les pétales postérieurs sont plus allongés ; on y distingue environ vingt-quatre paires de pores. Périprocte arrondi s'ouvrant à la face postérieure en haut et au milieu, immédiatement en dessous d'une petite saillie supérieure à peine accusée. Péristome franchement pentagonal, excentrique en avant ; ses bords sont faiblement saillants. Pas de floscelle. Un peu en arrière du péristome, existe apparemment une étroite zone sternale granuleuse, mais elle est fort mal définie sur nos deux exemplaires. Tubercules petits, scrobiculés, ornant le test particulièrement nombreux et serrés sur les flancs, un peu plus développés et espacés sur la face inférieure.

Rapports et différences. — Les exemplaires de l'Éocène de Madagascar ne se distinguent d'*Ilarionia sindensis* Duncan et Sladen par aucun caractère d'importance spécifique. Il faut toutefois noter : 1° le contour assez différent du test plus régulièrement ellipsoïdal et allongé, moins rétréci en arrière ; 2° la troncature moins abrupte de la région postérieure.

La forme générale paraît d'ailleurs très variable chez *Ilarionia sindensis*, le contour du test pouvant être plus ou moins circulaire ou allongé ; le contour du péristome peut être transversalement ovale ou bien subdécagonal. On peut considérer que, durant le Lutétien inférieur, vivait à Madagascar une variété de l'espèce qui florissait dans l'Inde à la même époque.

Une autre espèce appartenant au même groupe a été décrite par A. BITTNER, du Lutétien de Vicentin et de la province de Vérone *Ilarionia Damesi*, dont le contour ellipsoïdal est moins allongé, plus globuleux dans l'ensemble et chez lequel l'étroite zone sternale est mieux définie.

Gisement. — Environs de Majunga (18 kilomètres au Sud-Est, plateau des Tombes).

EXPLICATION DE LA PLANCHE

ÉCHINIDES FOSSILES DE MADAGASCAR

Fig. 1. — *Dorocidaris gigantea* Ag. — Rauracien (?). — Lisière Ouest de l'Antsingy sur la piste d'Antsalova à Tsiandro (province de Maintirano). Grandeur naturelle.

Fig. 2, 2-*a*. — *Asterocidaris Peroni* Cott. — Rauracien (?). — Lisière Ouest de l'Antsingy sur la piste d'Antsalova à Tsiandro (province de Maintirano). Grandeur naturelle.

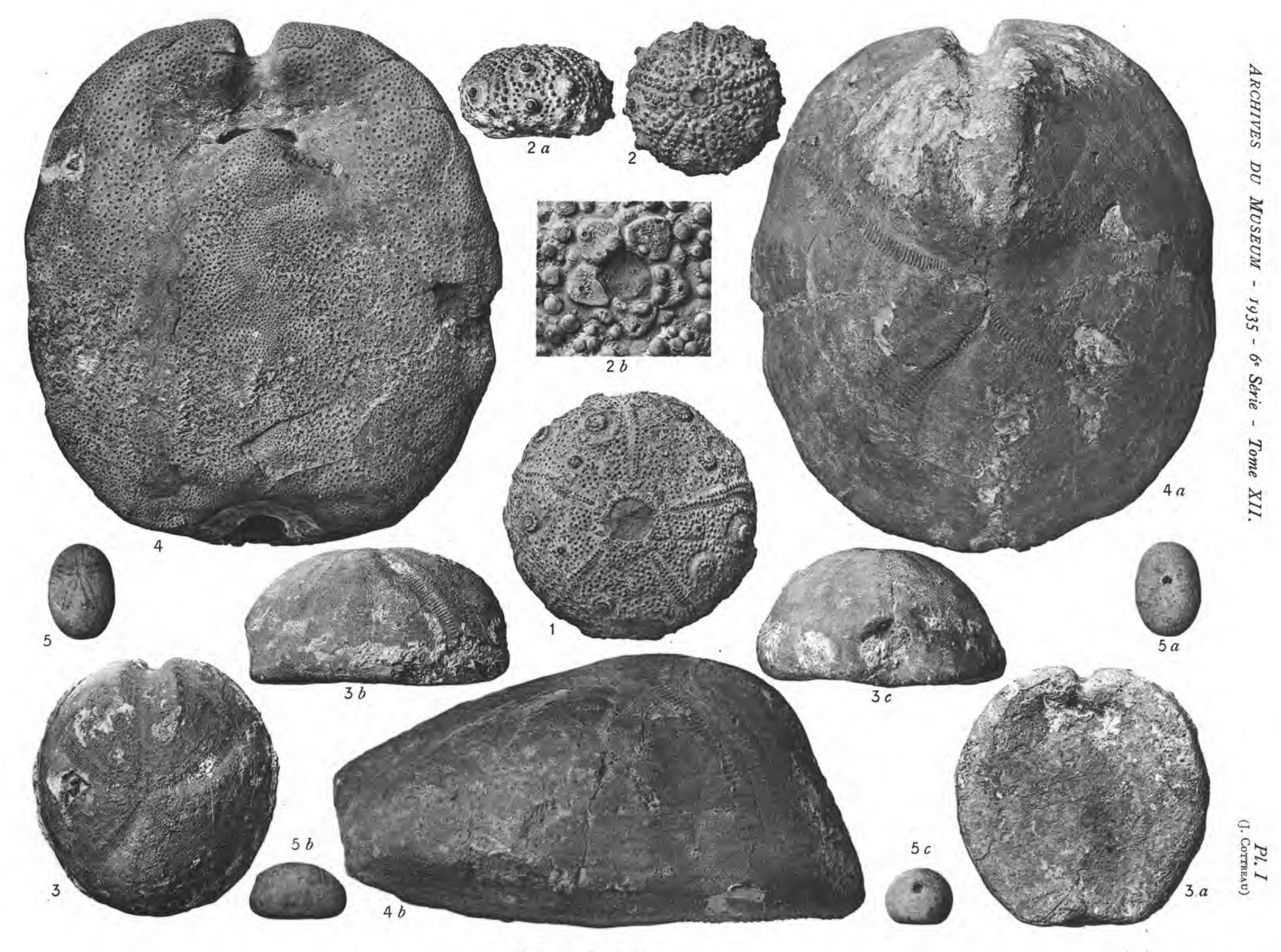
Fig. 2-*b*. — *Asterocidaris Peroni* Cott. — Même échantillon. Appareil apical × 4.

Fig. 3, 3-*a*, 3-*b*, 3-*c*. — *Toxopatagus persicus* Cott. et Gauthier. — Campanien supérieur. — Andrafiavelo (province de Maintirano). Grandeur naturelle.

Fig. 4, 4-*a*, 4-*b*. — *Hemipneustes Perrieri* nov. sp. — Maestrichtien. — Rive gauche de l'Onilahy (province de Tuléar). Grandeur naturelle.

Fig. V, 5-, 5-*a*, 5-*b*. — *Ilarionia sindensis* Duncan et Sladen, var. *madagascariensis* nov. — Lutétien inférieur. — 18 kilomètres au Sud-Est de Majunga.

Tous les échantillons figurés sur cette planche font partie des collections de Paléontologie du Muséum.



Pl. I
(J. Cottreau)

Échinides fossiles de Madagascar.

Imp. H. Bienaimé - Asnières

Chaire
de
Physiologie générale

Professeur : Monsieur J. TISSOT



CHAUVEAU

Nouveau procédé de détermination des échanges respiratoires de l'Homme

Par M. J. TISSOT
Professeur de physiologie générale.

Les mesures du métabolisme de l'Homme sont effectuées actuellement par deux procédés :

1° Dans l'un, on adapte sur le visage du sujet un masque ou un appareil respiratoire à deux soupapes qui permet de conduire l'air expiré dans un gazomètre, où on le mesure et où l'on prend un échantillon pour l'analyse dans un eudiomètre de précision.

Ce procédé est exact, mais il impose l'usage d'un eudiomètre de précision, appareil coûteux, encombrant et exigeant de l'opérateur des connaissances techniques assez étendues et des calculs.

Ce procédé est réalisé par le spiromètre à compensation automatique que j'ai décrit antérieurement (1) et soit par l'appareil respiratoire à deux soupapes que j'ai également décrit, soit par le masque que je décris plus loin.

Ce procédé permet d'obtenir à la fois la quantité d'oxygène absorbée par le sujet, la quantité d'acide carbonique exhalée et, par suite, le quotient respiratoire.

2° L'autre procédé consiste à mesurer seulement la quantité d'oxygène absorbée par le sujet. Par exemple, dans le procédé de BÉNÉDICT, le sujet dont les narines sont obturées par une pince respire au moyen d'un embout relié par deux tubes de caoutchouc à un gazomètre dont la cloche est remplie d'oxygène. Le gazomètre contient un réservoir rempli de chaux sodée granulée à travers laquelle passe l'air expiré amené par l'un des tubes. L'air expiré, ainsi privé d'acide carbonique, est repris dans la cloche par l'autre tube qui le ramène au poumon. Ainsi, dans ce procédé, c'est le même volume de gaz, très riche en oxygène, qui sert à la respiration pendant six minutes. Une aiguille fixée à la cloche enregistre directement les mouvements de celle-ci sur un cylindre garni d'une feuille de papier enfumé.

On peut calculer la valeur du métabolisme soit à l'aide de la lecture directe du volume

(1) J. TISSOT, Nouvelle méthode de mesure et d'inscription du débit et des mouvements respiratoires de l'Homme et des animaux (*Journ. de Phys. et Path. gén.*, juillet 1904, t. VI, p. 688).

d'oxygène disparu, soit à l'aide de la courbe de la vitesse d'absorption de l'oxygène et au moyen d'une abaque établie spécialement dans ce but.

Ce procédé a le défaut d'utiliser un mode respiratoire défectueux et très gênant, la respiration buccale, qui fausse en partie les résultats. Le procédé ne donne pas la mesure de l'acide carbonique exhalé, autre défaut grave, car la connaissance du quotient respiratoire est très importante dans les maladies de la nutrition.

Enfin, l'emploi d'oxygène pur, qui détermine la saturation de l'hémoglobine du sang en oxygène, introduit une condition nouvelle qui, à mon avis, est de nature à modifier les résultats par l'action que ce sang suroxygéné peut exercer sur les centres nerveux, par exemple, sans parler des autres tissus. On sait en effet que, tandis que le sang artériel normal ne contient que 16 à 18 centimètres cubes d'oxygène pour 100 centimètres cubes de sang, en moyenne, il arrive à en fixer 23 à 25 centimètres cubes, quelquefois plus encore, si on l'agite vivement avec de l'air.

L'introduction dans le poumon d'air contenant 70 à 80 p. 100 d'oxygène détermine encore mieux la saturation de l'hémoglobine du sang par l'oxygène.

Cette suroxygénation a pour effet de diminuer la valeur de la mécanique respiratoire, diminution qui peut se manifester aussi bien par la diminution de l'amplitude des mouvements respiratoires que par les périodes d'apnée.

Cet appareil de BÉNÉDICT est, en somme, l'appareil de REGNAULT et REISET modifié et appliqué à l'Homme grâce à des emprunts à d'autres appareils auxquels n'a pas été rendue l'antériorité qui leur est due.

Le procédé que je vais décrire permet d'obtenir :

1° La quantité totale d'oxygène absorbé par le sujet en un temps donné, dix minutes, par exemple ;

2° La quantité totale d'acide carbonique exhalée pendant le même temps ;

3° Par suite le quotient respiratoire.

Ces résultats sont obtenus sans analyse de l'air et sans autre calcul que la réduction, à 0 et 760 millimètres, des chiffres obtenus.

L'exactitude du procédé est excellente parce que les volumes totaux d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé sont lus directement sur les spiromètres ; il n'y a donc pas, dans ce cas, de coefficient d'erreur comme dans le cas de la mesure par échantillonnage et analyse.

L'exactitude ne dépend que de celle de la graduation de la cloche du spiromètre. Elle dépend également des qualités du masque d'un nouveau modèle qui isole les voies respiratoires du sujet et lui permet de conserver une respiration normale sans trace de la moindre gêne.

Le procédé est réalisé au moyen des appareils suivants :

1° Un masque spécial V (fig. 1 et 2), isolant les voies respiratoires du sujet et relié par deux tuyaux de caoutchouc à deux spiromètres à compensation automatique ;

2° Un spiromètre inspirateur à compensation automatique (spir. 1) dans lequel on isole le volume d'air qui servira à la respiration ;

3° Un spiromètre expirateur (spir. 2) dans lequel s'accumulera l'air expiré par le sujet ;

4° Un laboratoire l dans lequel sera absorbé l'acide carbonique de l'air expiré.

L'expérience est réalisée de la manière suivante : Le sujet, muni du masque, inspire l'air du spiromètre n° 1 dont le volume V est connu, et il envoie l'air expiré dans le spiromètre n° 2. On lit le volume v de l'air expiré ; le volume d'oxygène absorbé est donc $V - v$. On fait ensuite passer lentement l'air expiré du spiromètre n° 2 dans le laboratoire l, où l'acide carbonique s'absorbe, et on accumule à nouveau cet air dans le spiromètre n° 1. On lit à nouveau le volume v' et on obtient ainsi le volume d'acide carbonique exhalé $v - v'$.

Voici la description de ces diverses parties.

1° MASQUE. — C'est une feuille de caoutchouc à laquelle on a donné, par découpage sur un gabarit spécial, et soudure de différentes pièces, la forme du visage de l'Homme. A cette feuille de caoutchouc V (fig. 2 et 3) sont adaptées : une bride médiane en caoutchouc s (fig. 2), se rendant derrière la tête et, sur laquelle viennent se souder, de chaque côté, deux brides latérales passant l'une Q exactement au-dessus de l'oreille, l'autre r en dessous. L'effet de ces trois brides est d'appliquer très intimement le pourtour du masque sur le front, les tempes, sur les côtés du visage, en avant des oreilles et sous le menton.

Deux œillères en caoutchouc L (fig. 3) permettent le sertissage hermétique de deux vitres circulaires E, E (fig. 2 et 3). De chaque œillère part un petit tube en caoutchouc dans lequel s'engage un tube métallique m (fig. 2 et 3) relié à un tube transversal n (fig. 2 et 3), qui lui-même est ajusté dans le tube de caoutchouc N (fig. 2) en rapport avec le spiromètre inspirateur n° 1.

Le masque porte, en face de la bouche, un autre tube de caoutchouc N (fig. 3), dans lequel vient s'ajuster le tube métallique p (fig. 2 et 3), fixé sur le tube de caoutchouc T (fig. 2) en rapport avec le spiromètre inspirateur. Deux soupapes sont placées au voisinage du masque, l'une S sur le tube inspirateur N (fig. 1), l'autre U sur le tube expirateur T (fig. 1). Ces soupapes, dont le clapet extrêmement léger est en mica, n'offrent aucune résistance et ne collent pas quand elles sont mouillées, car elles s'appliquent sur un siège mince et presque tranchant, principe que j'ai déjà décrit depuis longtemps (1).

Comme on le voit par ce dispositif, l'air inspiré amené dans le masque, au niveau des œillères, vient frapper les vitres qui y sont serties et empêche ainsi la vapeur d'eau de s'y déposer au moment de l'expiration. La vue reste ainsi continuellement nette. L'air expiré suit d'ailleurs un autre chemin. Il est conduit au spiromètre n° 2, expirateur, par le tube T (fig. 1 et 2).

Le masque s'adapte au visage avec la plus grande facilité. Il est rigoureusement hermétique. Il ne détermine aucune gêne par la tension des attaches, et cela quelle que soit la durée pendant laquelle il reste en place ; il ne détermine pas la moindre gêne dans tout le système, la pression de l'air y étant complètement négligeable et imperceptible pour le sujet.

Ainsi, la respiration utilise les voies normales et sans aucune modification des conditions normales.

(1) *Jour. de Phys. et Path. gén.* juillet 1904, p. 688.

2° Spiromètre inspirateur a compensation automatique. — Ce spiromètre ayant

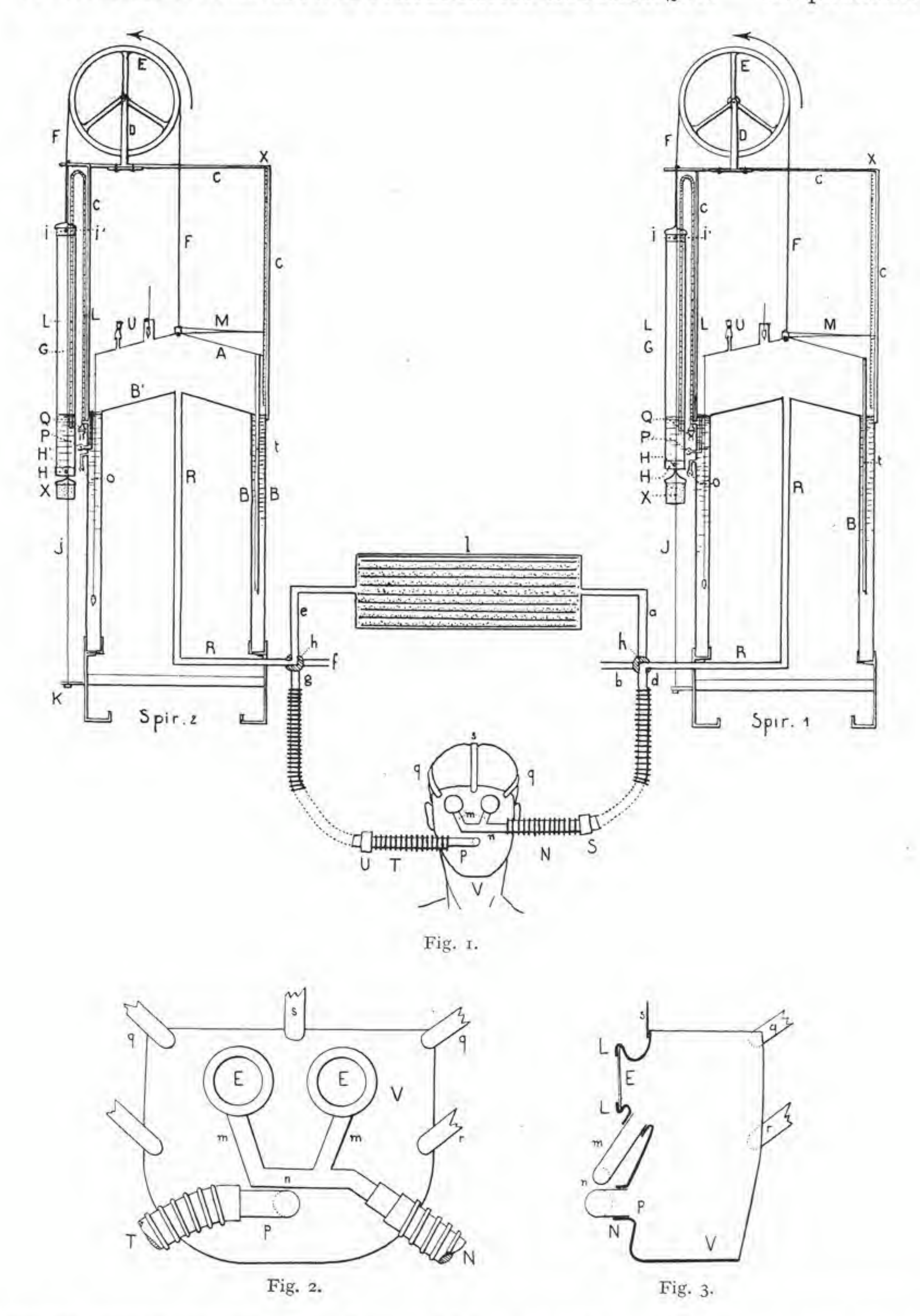


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

déjà été décrit antérieurement, je ne donnerai ici que quelques indications sommaires. Il est constitué :

1° Par une cuve à eau à double paroi BB dans le fond de laquelle B′ vient s'aboucher le tube d'arrivée d'air B′;

2° Par une cloche très légère A, suspendue à un fil métallique F passant sur une poulie très légère E, en aluminium. A l'autre extrémité du fil est suspendu un contrepoids creux G, en verre, et de même hauteur que la cloche A. Un siphon LL fait communiquer l'intérieur de ce contrepoids avec l'eau de la cuve B.

Le principe de l'appareil est le suivant : à mesure que la cloche se remplit d'air et se soulève, son poids augmente d'une quantité égale à *sh*, *s* étant la surface de la section de la cloche et *h* la hauteur de soulèvement. Pour que la cloche soit toujours équilibrée de façon parfaite, il faut donc que le poids du contrepoids augmente aussi de la même quantité *sh*. Pour cela, il suffit de donner à la section intérieure du contrepoids une surface égale à *s*, la section de la paroi de la cloche. Cette section étant trop faible pour cette réalisation, avec une cloche en métal de un ou deux dixièmes de millimètre d'épaisseur, on l'augmente artificiellement en soudant à l'intérieur plusieurs tubes creux et fermés ayant même hauteur que la cloche et un diamètre extérieur de 10 millimètres.

Ainsi construite, la cloche est équilibrée parfaitement dans toutes les positions, et la sensibilité de l'appareil est si grande que la cloche se soulève ou se vide sous l'effet d'une variation de pression de 1 ou 2 dixièmes de millimètre d'eau.

Au tube d'entrée de l'air RR est soudé un gros robinet métallique *h* dont le boisseau porte quatre tubes et la clef deux voies à angle droit, de telle façon que l'air du spiromètre 1 puisse être envoyé dans les directions R*a* (laboratoire *l*) ou R*d*, et que le sujet puisse respirer soit l'air atmosphérique venant par les tubes *bd*, soit l'air du spiromètre 1 par les tubes *d*R.

La surface de l'eau de la cuve de ce spiromètre *doit rester exempte d'huile de vaseline*.

3° Spiromètre expirateur n° 2. — Il est identique au précédent ; le robinet à quatre voies *h* permet de faire expirer le sujet soit au dehors par les voies *gf*, soit dans le spiromètre expirateur n° 2, ou encore de faire passer l'air de ce spiromètre dans le laboratoire *l* par les voies R*e*.

A la surface de l'eau de la cuve de ce spiromètre, on met de l'huile de vaseline occupant une hauteur de 1 centimètre environ, afin d'éviter la dissolution de l'acide carbonique dans l'eau.

4° Laboratoire. — C'est une boîte métallique *l* d'une capacité d'environ 5 litres, contenant 2 kilogrammes de soude caustique granulée répartie uniformément dans ce volume. La capacité d'absorption de cette quantité de soude caustique est de plus de 500 litres d'acide carbonique. Un homme à jeun, de poids moyen, exhale, en dix minutes, une quantité d'acide carbonique voisine de $2^{l},500$. On voit donc que le laboratoire permet une centaine de mesures en utilisant seulement la moitié de sa capacité d'absorption.

Manœuvres à effectuer pour la mesure de la quantité d'oxygène absorbée et de la quantité d'acide carbonique exhalée.

Dans le spiromètre 1, on emmagasine exactement 80 litres d'air ; le spiromètre 2 est complètement vidé.

On place ensuite les clefs des robinets *h* et *k* dans les positions *bd* et *fg*, puis, le sujet étant au repos depuis dix minutes, on lui ajuste le masque en s'assurant qu'il est bien posé, qu'il ne gêne ni les yeux, ni le nez, et qu'il s'applique parfaitement sur le visage et sur tout le pourtour ; dans cet état, le sujet inspire l'air atmosphérique et expire dans l'atmosphère. On le laisse respirer ainsi cinq minutes.

Instantanément, sans que le sujet en soit prévenu, on tourne les deux robinets *k* et *h* pour diriger l'air suivant les directions R*d* et *g*R ; en même temps, on déclenche la seconde indépendante d'un chronomètre ; l'opération se fait après un mouvement expiratoire.

Les spiromètres sont si sensibles que le sujet ne doit pas s'apercevoir du changement opéré. On le laisse respirer ainsi six minutes ou dix minutes. La mesure en dix minutes est plus sûre et dispense d'une deuxième détermination.

Au bout de dix minutes, et toujours après la fin d'un mouvement expiratoire, on arrête l'expérience en tournant les robinets *k* et *h* pour que le sujet inspire l'air atmosphérique (direction *bd*) et expire au dehors (direction *gf*).

On lit la température de l'air dans les cloches inspiratrice et expiratrice ; au besoin, on attend quelques minutes que la température soit redevenue normale dans la cloche expiratrice ; on lit le volume de l'air dans les cloches, puis on note la pression barométrique, et on réduit les volumes à 0° et 760 millimètres.

On a ainsi le volume de l'air inspiré V, par différence entre le volume au début (80 litres) et le volume restant dans le spiromètre n° 1. On possède le volume de l'air expiré *v* par simple lecture sur le spiromètre n° 2. La différence V—*v* donne le volume total de l'oxygène consommé par le sujet.

Il reste maintenant à mesurer la quantité d'acide carbonique exhalée. On met un poids de 100 ou 200 grammes sur la cloche du spiromètre n° 2, puis on tourne la clef du robinet *h* pour diriger lentement l'air suivant R*e* dans le laboratoire *l*, puis la clef du robinet *k* suivant *a*R. La cloche du spiromètre n° 2 descend et se vide dans le spiromètre n° 1 en traversant le laboratoire. La cloche du spiromètre n° 2 étant vidée, on la décharge du poids qui la charge et qu'on place sur la cloche du spiromètre n° 1 pour déterminer le déplacement de l'air en sens inverse. Quand le spiromètre n° 1 est vide à son tour, on enlève le poids qui charge la cloche et on le place à nouveau sur la cloche du spiromètre n° 2. Quand il est vide, on lit le volume de l'air dans la cloche n° 1, en s'assurant toutefois que la température ne s'y est pas élevée sensiblement, auquel cas on attendrait quelques minutes avant de faire la lecture. Il est nécessaire d'effectuer ces trois opérations parce que l'air sort sec du laboratoire et qu'il faut le mesurer saturé d'humidité. Cette condition est mieux réalisée dans le spiromètre n° 1 que dans le spiromètre n° 2.

Le volume lu *v'* donne la quantité d'acide carbonique exhalée, par soustraction avec le volume *v*.

On possède ainsi tous les éléments nécessaires pour la détermination du quotient respiratoire et du métabolisme basal, les volumes d'oxygène et d'acide carbonique trouvés étant réduits de 0 et 760 millimètres.

Je souligne, en terminant, que ce dispositif expérimental supprime toutes les erreurs dues, avec d'autres dispositifs, soit aux soupapes résistantes, soit au mode respiratoire anormal (respiration buccale, nez pincé), soit à la respiration d'oxygène pur, et supprime en même temps la complication de l'analyse du gaz avec son coefficient d'erreur.

Nouvel appareil pour

le dosage rapide des gaz combustibles

mélangés à l'air

notamment de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone

Par M. J. TISSOT
Professeur de Physiologie générale.

Les appareils destinés à mesurer la proportion des gaz combustibles, hydrogène, oxyde de carbone, etc., que peut contenir l'air dans différentes conditions, ne peuvent guère être utilisés qu'au laboratoire et par des personnes spécialisées. Ces appareils utilisent en général, comme moyen de déterminer la combustion de ces gaz, une spirale de platine qui, par sa résistance au passage d'un courant électrique, est portée au rouge deux cents à quatre cents fois de suite.

Ce travail a pour but de faire connaître un appareil nouveau, très simple, permettant d'effectuer le dosage rapide, en dix minutes, de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone ou d'autres gaz combustibles. Cet appareil permet de doser une proportion de 1 p. 3 000 à 1 p. 4 000 de ces gaz dans l'air ; son maniement est si simple que l'analyse peut être faite par une personne dépourvue totalement de connaissances scientifiques.

L'appareil est basé sur le principe de la combustion, par l'oxygène de l'air, du gaz à analyser, au moyen d'un catalyseur, le noir de palladium. Ce procédé n'est pas nouveau, mais il n'existait jusqu'ici aucun appareil permettant de l'utiliser d'une façon pratique et simple.

Ajoutons que l'appareil est d'un petit volume, d'un faible poids, ce qui le rend transportable sans aucune difficulté, qu'il ne comporte aucun accessoire et qu'ainsi il permet de faire les analyses au lieu même des dégagements d'hydrogène et d'oxyde de carbone, par exemple.

Cet appareil a été réalisé, à l'origine, pour éviter des explosions très graves qui se produisaient dans les locaux contenant de puissantes batteries d'accumulateurs et causant, outre des dégâts matériels très graves, la mort d'un certain nombre d'hommes.

Ultérieurement, j'ai étudié l'usage de cet appareil pour l'étendre au dosage d'autres gaz combustibles, notamment de l'oxyde de carbone.

Je vais décrire le modèle normal de cet appareil et nous examinerons ensuite les modifications qu'on peut lui faire subir pour l'adapter à certains cas particuliers.

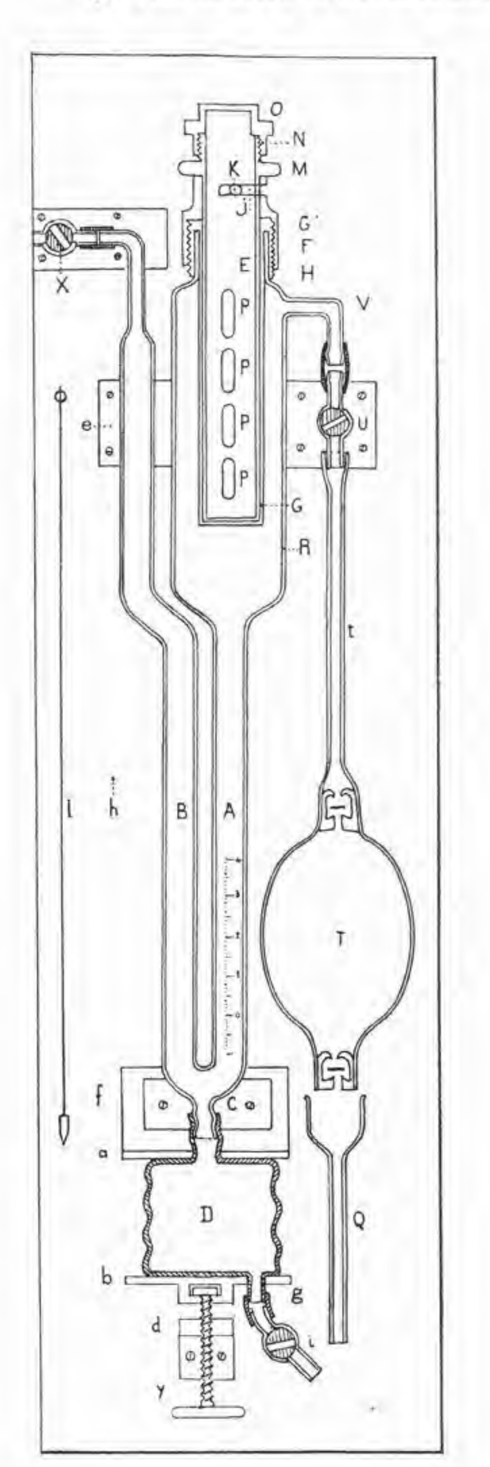


Fig. 1.

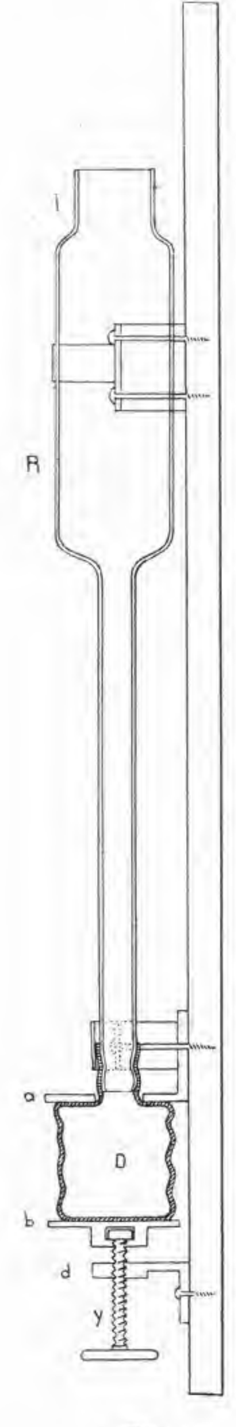


Fig. 2.

Description de l'appareil.

L'appareil est constitué :

1° Par un tube mesureur en verre AB (fig. 1), destiné à la mesure des volumes gazeux et dont une partie R (fig. 1 et 2), dilatée en ampoule, constitue le laboratoire ;

2° Par un laboratoire en verre R (fig. 1), sur lequel est ajusté une partie métallique G (fig. 1 et 3), contenant un panier en toile métallique K (fig. 3), rempli d'amiante chargé de noir de palladium ;

3° D'une poire en caoutchouc T (fig. 1), portant une soupape d'aspiration et une soupape de refoulement, destinée à remplir le mesureur du gaz à analyser ;

4° D'un réservoir en caoutchouc D (fig. 1 et 2), rempli d'eau ou d'une solution de soude caustique, ajusté à la partie inférieure du mesureur et qui sert à l'introduction de l'eau dans les deux branches A et B (fig. 1) du mesureur et à en modifier les niveaux pour la mesure des volumes gazeux ;

5° D'un fil à plomb ;

6° D'une feuille protectrice transparente.

Voici la description de ces diverses parties :

1° Tube mesureur. — Il est constitué par un tube en U dont les deux branches A et B sont prolongées à la partie inférieure par le tube C, sur lequel vient se ligaturer la poire à liquide D.

La branche B du mesureur est destinée seulement à rester en communication avec l'air extérieur pour l'établissement de la pression atmosphérique, tandis que la partie AR est destinée à contenir le gaz à analyser. Les deux tubes A et B ont un diamètre intérieur de $6^{mm},2$. Le tube A porte seul une graduation dont les petites divisions ont sensiblement un millimètre d'écartement entre elles. Dix divisions correspondent à un volume de $0^{cc},3$. C'est là le diamètre le plus favorable à donner aux tubes A et B pour l'analyse des mélanges gazeux contenant de faibles quantités de grisou ou d'oxyde de carbone.

Mais, quand il s'agit d'analyser des mélanges gazeux contenant de 2 à 5 p. 100 de gaz, il faut employer un mesureur dont les tubes ont un plus grand diamètre. Par exemple, quand il s'agit de mesurer la proportion d'hydrogène contenue dans l'air pour les valeurs de 1 à 5 p. 100, le diamètre des tubes le plus convenable est de $9^{mm},8$; avec ce diamètre, l'espace compris entre 10 petites divisions espacées entre chacune d'elles de 1 millimètre, est de $0^{cc},75$, et une réduction de volume de cette valeur dans le gaz analysé correspond à une proportion d'hydrogène de 1 p. 100, le volume absolu du gaz analysé dans le mesureur étant de 50 centimètres cubes.

Pour le cas des mélanges gazeux pauvres en gaz combustibles, un diamètre de $6^{mm},2$ pour le mesureur donne une grande sensibilité à l'appareil ; ainsi, pour une proportion de 1 p. 1 000 d'oxyde de carbone, la réduction de volume est de 2,5 petites divisions. Nous développerons ce point particulier plus en détail ultérieurement.

La partie supérieure du mesureur est dilatée en ampoule pour constituer le laboratoire R (fig. 1).

La capacité totale du mesureur, y compris le laboratoire, entre le point O de la graduation et la clef du robinet U, est de 50 centimètres cubes, la partie métallique GEO (fig. 1) du laboratoire étant en place et n'étant pas comprise dans ce volume, ni la quantité d'air qu'elle contient.

A la partie supérieure du tube B est adapté, à l'aide d'un tube de caoutchouc, le robinet X dont la fermeture s'opère seulement dans le cas où on veut comprimer le gaz dans le mesureur pour faire monter la solution de soude caustique jusqu'à la partie inférieure de l'ampoule R du mesureur.

2° Laboratoire. — Le laboratoire comprend la dilatation en ampoule R (fig. 1 et 2) du mesureur et une partie métallique GEO (fig. 1), qui s'ajuste sur la partie rétrécie I (fig. 2) de l'ampoule, à l'aide d'un mastic solide (mastic Golaz).

L'ampoule R porte latéralement un tube coudé auquel est fixé le robinet métallique U par un tube intermédiaire en caoutchouc.

La figure 3 montre, en grandeur naturelle, la partie métallique du laboratoire, dont une partie a été coupée pour laisser voir, à l'intérieur, le panier en toile métallique contenant le noir de palladium.

Cette partie métallique du laboratoire comprend deux tubes concentriques en laiton EG (fig. 1 et 3), pouvant glisser et tourner l'un sur l'autre à frottement doux quand ils sont graissés, mais néanmoins ajustés de telle façon que l'air ne puisse pas passer entre eux, même sous pression. Les deux tubes sont fermés à l'une de leurs extrémités

par une rondelle de laiton G'E' (fig. 3), et ils portent tous deux 4 fenêtres P rigoureusement symétriques et qui viennent se superposer exactement quand on fait tourner le tube intérieur E.

Le tube de laiton G est soudé à une bague F dont la collerette F' (fig. 3) se visse sur la bague H (fig. 3), laquelle est elle-même soudée sur le col I de l'ampoule R (fig. 3) du mesureur à l'aide d'un mastic solide appliqué à chaud (mastic Golaz). Cette bague est donc immobile. Elle porte en outre une saignée J, pratiquée exactement sur la moitié de sa circonférence et qui est destinée à loger l'ergot K (fig. 3) soudé sur le tube E et dont la fonction est de limiter exactement le mouvement du tube E quand on fait tourner la partie molletée M de manière à amener les quatre fenêtres P du tube E en coïncidence avec les quatre fenêtres identiques du tube G, ou à les mettre en opposition avec elles à 180°.

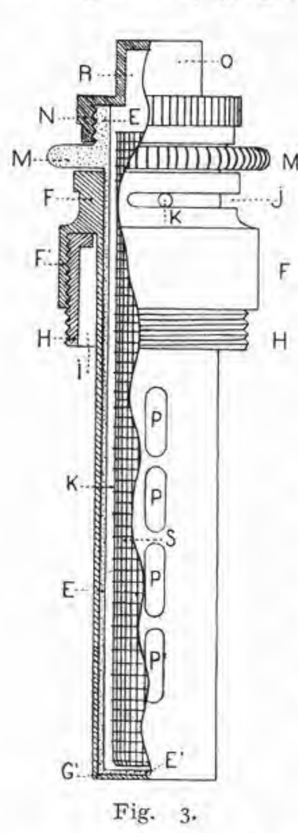


Fig. 3.

Le tube E est soudé à une bague de laiton E' portant la partie molletée M et un pas de vis sur lequel vient s'ajuster le bouchon O destiné à obturer la cavité intérieure.

L'ensemble, ainsi constitué, renferme à son intérieur un panier en toile métallique K (fig. 3) dans lequel on a introduit du coton d'amiante imprégné de la plus forte quantité possible de noir de palladium, mais sans excès, afin d'éviter qu'aucune particule de noir ne puisse être répandue hors du tube.

Ainsi, il devient facile de comprendre que, par le simple jeu de la partie molletée M (fig. 3), on met le noir de palladium en contact avec le gaz à analyser du mesureur quand les fenêtres P sont mises en coïncidence et qu'on l'isole rigoureusement du gaz quand on met les fenêtres en opposition à 180°.

Le noir de palladium doit être très fin et très actif.

3° Poire en caoutchouc. — C'est une poire ordinaire T (fig. 1), de bonne taille, solide, munie d'une soupape d'aspiration et d'une soupape de refoulement ; reliée au mesureur par le tube *t*, elle sert à pomper l'air extérieur ou le gaz à analyser et à le refouler dans le mesureur ; une dizaine de pressions à fond sur la poire, effectuées après qu'on a fait baisser le niveau de l'eau jusqu'en C, suffisent pour remplir le mesureur de gaz pur. On peut relier directement la poire à l'endroit ou au local dont on veut analyser l'air par un tube Q.

4° Réservoir a eau. — Ce réservoir D (fig. 1 et 2) est en caoutchouc. Il est relié au tube C du mesureur par une tubulure ligaturée sur ce tube. Une vis Y (fig. 1 et 2), engagée dans la pièce immobile *d*, permet de comprimer ou de décomprimer la poire D entre les lames de métal *a* et *b* (fig. 1 et 2). Un tube *g*, auquel est adapté un robinet métallique *i*, permet l'introduction de l'eau dans le réservoir D, ou son extraction.

5° NIVEAU DE L'APPAREIL. — Il est assuré par un fil à plomb *l* (fig. 1). Le fil doit rester parallèle à l'arrête *mn* de la planche *h*.

6° FEUILLE PROTECTRICE TRANSPARENTE. — C'est une lame mince en cellophane disposée en avant de l'appareil et destinée à empêcher l'air expiré par l'opérateur, ou la chaleur rayonnée par son corps, ou encore les courants d'air, de modifier la température de l'appareil.

Fonctionnement de l'appareil.

Pour décrire ce fonctionnement, nous indiquerons le cas le plus simple, celui de l'analyse d'un mélange d'air et d'hydrogène. En effet, dans ce cas, il ne se produit pas d'acide carbonique, et la réaction se borne à la combustion simple du gaz avec production de vapeur d'eau. Dans ce cas, il suffit que la poire D renferme de l'eau pure.

Voici les diverses opérations à effectuer :

1° Baisser le niveau de l'eau en C en dévissant un peu la vis Y (fig. 1), le robinet X étant et restant ouvert ; il doit toujours être ouvert, sauf dans le cas particulier de compression du gaz.

2° Mettre le gaz contenu dans le laboratoire métallique en équilibre avec la pression atmosphérique en tournant la partie moletée M (fig. 3) pour ouvrir les fenêtres P pendant quelques secondes, et les fermer ensuite en tournant M en sens inverse *à fond*.

3° Ouvrir le robinet U et faire fonctionner la poire T dix fois à fond, sans trop de rapidité.

4° Manœuvrer la vis Y pour faire monter doucement l'eau jusqu'au O et, à ce moment exact, fermer le robinet U ; les soupapes de la poire T sont assez peu étanches pour qu'une petite quantité d'air y passe librement. Attendre une ou deux minutes pour s'assurer que le niveau de l'eau est immobile à O, ou jusqu'à ce qu'il soit immobile, et lire exactement le volume indiqué par la base du ménisque d'eau.

5° Tourner le bouton M pour ouvrir les fenêtres P et faire monter le niveau de l'eau de 3 à 4 centimètres dans le tube B. La dénivellation se produit lentement en A. Dès qu'elle a totalement cessé :

6° Replacer les deux niveaux de l'eau dans les tubes A et B sur la même horizontale et lire le niveau dans le tube gradué.

Le chiffre lu indique *directement* la proportion d'hydrogène contenue dans 100 centimètres cubes du gaz analysé, la graduation étant calculée à cet effet.

L'analyse est ainsi terminée.

Examinons maintenant le degré d'exactitude du résultat observé.

Je me borne à indiquer ici que, en ce qui concerne le but primitivement visé en établissant cet appareil, la détermination de proportions d'hydrogène variant de 1 à 5 p. 100 dans l'air d'un local contenant une puissante batterie d'accumulateurs, la précision de l'appareil est supérieure à celle qui est nécessaire.

Néanmoins, un certain nombre de précautions sont à prendre au cours d'une analyse ;

par exemple, se placer à l'abri des courants d'air, éviter toutes les causes qui peuvent intervenir pour échauffer ou refroidir l'appareil.

Dans l'appareil établi pour l'usage pratique indiqué ci-dessus, une proportion de 1 p. 100 d'hydrogène correspond à 10 divisions de 1 millimètre de haut de la graduation ; l'erreur possible dans les analyses rapides faites sans précautions spéciales peut être de 1 ou 2 petites divisions. Donc le résultat est toujours rigoureusement sûr.

Si on veut effectuer des analyses plus précises, on a recours à un certain nombre de précautions supplémentaires qui sont indiquées plus loin à propos des analyses d'air contenant de très faibles proportions d'oxyde de carbone.

Nous examinerons maintenant successivement les particularités relatives aux analyses d'hydrogène et d'oxyde de carbone.

HYDROGÈNE. — Quand l'appareil sert seulement à la recherche d'un résultat pratique, comme celui d'éviter les explosions d'hydrogène et d'air, par exemple, il est inutile qu'on lui donne une grande sensibilité ; dans ce cas, le tube gradué du mesureur aura de préférence un diamètre intérieur de $9^{mm},8$, pour lequel une grande division de 10 millimètres de haut correspond à une capacité de $0^{cc},75$.

Deux volumes d'hydrogène se combinent à un volume d'oxygène pour former de l'eau. La concentration de trois volumes qui s'opère après la combustion correspond donc à deux volumes d'hydrogène brûlés. Donc une contraction de $0^{cc},75$ correspond à un volume d'hydrogène de $\frac{0,75 \times 2}{3} = 0^{cc},5$. Comme la capacité du mesureur est de 50 centimètres cubes, il s'ensuit que cette contraction de $0^{cc},75$ correspond à une proportion d'hydrogène de 1 p. 100, c'est-à-dire que chaque division de 10 millimètres du mesureur correspond à 1 p. 100 d'hydrogène.

Les chiffres 1, 2, 3, 4, 5 placés sur la graduation indiquent donc bien directement la proportion d'hydrogène contenue dans 100 centimètres cubes de gaz.

Derrière le mesureur, en face de la division 5, se trouve placé, sur une feuille de papier blanc, un trait rouge avec le mot ventilation ; ce trait indique la proportion d'hydrogène qu'il ne faut pas dépasser pour ne pas risquer d'atteindre la limite d'inflammabilité des mélanges d'air et d'hydrogène.

Si, dans un autre but, on veut faire des analyses d'hydrogène avec une beaucoup plus grande exactitude, on emploiera l'appareil qui sert aux analyses d'oxyde de carbone et dont le mesureur a un diamètre intérieur de $6^{mm},2$ et une capacité de $0^{cc},3$ pour une division de 10 millimètres de haut.

OXYDE DE CARBONE. — L'oxyde de carbone s'oxyde au contact du noir de palladium suivant la réaction :

	CO	+	O	=	CO^2
Poids moléculaires	28		16		44
Volumes	$22^l,32$	+	$11^l,16$	=	$22^l,32$

Ainsi, quand on oxyde 1 volume d'oxyde de carbone sans absorber l'acide carbonique produit, la contraction du volume gazeux est égale à la moitié seulement du volume d'oxyde de carbone existant dans le gaz analysé. Cette faible réduction de volume augmente la difficulté déjà grande du dosage de ce gaz dans l'air en raison des proportions très minimes qu'il y a lieu de rechercher bien souvent.

Aussi, pour diminuer la difficulté du dosage, il convient d'absorber l'acide carbonique au cours de l'analyse, simultanément à l'oxydation de l'oxyde de carbone.

Dans ce cas, la réduction de volume est maximum après la combustion ; les 2 volumes d'oxyde de carbone et le volume d'oxygène qu'il fixe ont disparu ; la proportion d'oxyde de carbone contenue dans le gaz analysé est donc égale aux deux tiers de la contraction du volume total.

Pour les mélanges d'air et d'oxyde de carbone, l'analyse se fera sur un volume gazeux de 100 centimètres cubes, et le tube gradué du mesureur aura un diamètre intérieur de $6^{mm},2$ correspondant à un volume de $0^{cc},3$ pour une division de 10 millimètres de haut. En outre, le réservoir de l'appareil est rempli d'une solution de soude à 8 p. 100.

Prenons le cas de l'analyse de 100 centimètres cubes d'air contenant 1 p. 1 000 d'oxyde de carbone, soit 0,1 p. 100 et 0,05 p. 50. La réduction de volume, après combustion, sera égale à $0^{cc},15$. Comme 10 petites divisions de 1 millimètre ont un volume de $0^{cc},3$, la contraction du volume gazeux après combustion sera égale à 5 petites divisions ; on voit donc, d'après le chiffre, qu'on pourra déceler la quantité d'oxyde de carbone présente dans l'air contenant 1 p. 2 000 et même 1 p. 3 000 de ce gaz. Mais il faut reconnaître que, pour ces proportions, les analyses deviennent difficiles et demandent une grande attention. Ce sont précisément ces doses d'oxyde de carbone dans l'air qu'il importe de déceler. En effet, lorsqu'un sujet respire pendant longtemps de l'air contenant une proportion de $0^{cc},5$ d'oxyde de carbone par litre, soit 1 p. 2 000, on constate, d'après GRÉHANT, que son sang contient, au bout de deux heures, 8 centimètres cubes d'oxyde de carbone pour 100 centimètres cubes de sang. Avec un mélange contenant 1 p. 4 000 d'oxyde de carbone, soit $0^{cc},25$ par litre d'air, 100 centimètres cubes de sang fixent, au bout de deux heures, 4 centimètres cubes d'oxyde de carbone.

Ainsi donc, ce sont bien les proportions de 1 p. 2 000 à 1 p. 4 000 qu'il convient de pouvoir doser dans l'air.

L'avantage de l'appareil portatif est qu'on peut faire et répéter l'analyse sur place et au voisinage immédiat du local où l'air est altéré.

Mais, pour arriver à mesurer des proportions aussi faibles d'oxyde de carbone avec ce petit appareil, il convient de faire l'analyse avec deux appareils dont l'un sert de témoin des variations de température et de pression pendant qu'on fait l'analyse avec l'autre, dans les conditions indiquées à la page 15. L'analyse sera répétée ensuite avec l'appareil témoin, tandis que l'autre servira à son tour de témoin, et on prendra la moyenne des deux résultats.

Il faut en outre prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter toutes les causes d'échauffement pouvant provenir de l'opérateur, de placer les appareils, pour l'analyse, dans un endroit où il n'y a pas de courants d'air notables, d'attendre, avant de commencer

les analyses, que les appareils se soient mis en équilibre de température avec le milieu extérieur, etc.

Enfin, si l'on veut réaliser des analyses encore plus précises, on les fera sur l'appareil établi de manière que les tubes soient entièrement plongés dans une cuve à eau contenant, à côté du mesureur, un tube comparateur permettant de corriger les variations de température et de pression et dont la capacité soit égale à celle du mesureur, y compris le volume de l'air contenu dans la chambre à noir de palladium.

Quand il s'agit du dosage d'aussi faibles quantités d'oxyde de carbone, on peut se demander si la solubilité de ce gaz dans l'eau n'intervient pas pour fausser les résultats Aussi, il est bon de préciser la valeur de cette cause possible d'erreur.

On sait que les gaz se dissolvent dans les liquides proportionnellement à la tension propre qu'ils possèdent dans le mélange gazeux. L'équilibre de tension entre le liquide et le mélange gazeux correspond à un coefficient déterminé, le coefficient de solubilité.

Ici interviennent à la fois, pour apprécier le volume total de gaz dissous par l'eau en contact avec un certain volume de gaz à analyser, le volume de cette eau et le volume du gaz. Donc, plus il y a d'eau en contact avec le gaz à analyser, plus il y a de gaz dissous ; plus grand est le volume de gaz à analyser, moins forte la proportion de gaz dissoute dans l'eau par rapport à la quantité totale de ce gaz dans le mélange.

Pour l'oxyde de carbone, le coefficient de solubilité est de 0,023 à 20°. Un mélange gazeux à 1 p. 1 000 de ce gaz en contient $0^{cc},05$ pour 50 centimètres cubes de gaz. Si ce volume de 50 centimètres cubes est mis en contact avec un égal volume d'eau, la quantité de gaz dissoute sera : $0,05 \times 0,023 = 0,00115$, c'est-à-dire 45 fois plus faible que la quantité totale de gaz à analyser, $0^{cc},05$. Or, $0^{cc},05$ d'oxyde de carbone donnent dans l'appareil une réduction de volume de 2,5 divisions de 1 millimètre ; le quarante-cinquième de cette quantité est complètement négligeable. Notons en plus que la quantité d'eau du réservoir peut être réduite facilement à 15 ou 20 centimètres cubes, ce qui réduit proportionnellement la proportion de gaz dissoute. Donc, la solubilité de l'oxyde de carbone dans l'eau n'intervient pas comme cause d'erreur.

Contribution à l'étude du
Mécanisme des oxydations intraorganiques et des ferments oxydants du sang

Par M. J. TISSOT
Professeur de Physiologie générale.

G. Moussu et moi avons étudié en 1903 (1), (2), (3) les combustions intraorganiques de la glande parotidienne en repos et en activité. Ces expériences avaient pour but, rappelons-le, de vérifier si, en travaillant, les glandes consomment une quantité d'énergie comparable à celle des autres organes, ainsi que l'avait démontré déjà Chauveau dans une expérience sur la glande parotide du Cheval, ou si elles ne consomment pas ou très peu pendant leur activité, comme l'a écrit Claude Bernard au sujet de ses expériences sur la glande sous-maxillaire du Chien.

Nous avons déterminé à la fois, pour la glande parotidienne du Bœuf, la teneur en glycose et la composition en gaz du sang artériel entrant dans la glande et du sang veineux qui en sort, dans les deux états de repos et d'activité, le coefficient de l'irrigation sanguine dans la glande à l'état de repos et d'activité, enfin la quantité de salive qui sort de la glande pendant l'état d'activité.

L'activité de la glande, déterminée par l'excitation électrique du nerf parotidien, est telle que la quantité de salive que sécrète la glande peut atteindre près de 100 grammes par minute (93 gr. dans une expérience). Le sang artériel était prélevé dans l'artère faciale et le sang veineux dans la veine parotidienne. Le sang était aspiré dans des seringues contenant une quantité de solution d'oxalate de sodium suffisante pour empêcher la coagulation de 20 à 25 centimètres cubes de sang.

(1) G. Moussu et J. Tissot, Signification de l'accroissement de la richesse globulaire du sang veineux de la glande parotide en activité, au point de vue de la détermination de la dépense dans cette glande (*Soc. de Biol.*, 1903, p. 1609).

(2) G. Moussu et J. Tissot, Les conditions spéciales de la circulation dans les glandes en activité (*Soc. de Biol.*, 1903, p. 1615, et *C. R. Acad. Sc.*, 1903, t. CXXXVII, p. 1084).

(3) G. Moussu et J. Tissot, Détermination de la valeur des combustions intra-organiques dans la glande parotidienne du Bœuf pendant l'état de repos et l'état d'activité (*Soc. de Biol.*, janvier 1903, p. 1673, et *C. R. Acad. Sc.*, 1904, t. CXXXVIII, p. 171).

Archives du Muséum. 6e Série. T. XII, 1935.

Ces expériences étaient faites à l'école vétérinaire d'Alfort sur des Vaches. Dès l'expérience terminée, les échantillons de sang étaient emportés en voiture au laboratoire (au Muséum) et soumis, le plus vite possible, à l'extraction des gaz. Cette extraction n'a pu être faite, malgré toute l'activité qu'on y a apportée, que deux à quatre heures après le prélèvement, suivant les échantillons et malgré que le matériel permette d'opérer rapidement. En effet, avec la pompe double de CHAUVEAU, on peut extraire à la fois les gaz de deux échantillons de sang.

Je ne parlerai pas ici des résultats obtenus au point de vue spécial de la dépense dans la glande parotide, puisque ces résultats sont exposés dans les trois communications citées plus haut. Cette note a pour but seulement de relater des observations curieuses faites au cours de ces expériences et qui entraînèrent, à ce moment, des recherches supplémentaires de ma part.

Ces recherches furent à leur tour arrêtées au bout d'un certain temps parce qu'avant d'être publiées je me rendis compte qu'elles seraient avantageusement poursuivies à nouveau sur de grands animaux, et j'attendis pour les reprendre une occasion favorable qui ne se représenta jamais. En effet, ces expériences sur les grands animaux demandent un nombreux personnel et ne peuvent être faites que dans les Écoles vétérinaires sur les animaux abattus pour la dissection ou sur les animaux tuberculeux à un degré avancé. Quant à les effectuer au Muséum même, c'était impossible en raison du prix de revient élevé des animaux et de l'insuffisance du personnel.

Enfin, une partie des documents concernant ces recherches, qui était restée au laboratoire du Muséum, en 1914, au début de la guerre, n'y fut plus retrouvée quand je repris possession du laboratoire après la guerre. Ce sont les résultats des analyses des gaz des échantillons de sang prélevé au cours des deux premières expériences qui ont été perdus. Mais les résultats en étaient si curieux et si nets qu'il m'est facile d'en reproduire exactement le sens et la valeur approximative.

Voici de quoi il s'agit :

La première des expériences relatives à la dépense de la glande parotidienne du Bœuf en activité ayant été effectuée, je constatai, au moment d'introduire le sang dans la pompe à extraction des gaz, que le sang artériel contenu dans deux seringues était moins rouge que le sang veineux de deux autres seringues. Cependant, au moment de l'extraction du sang, j'avais bien constaté que le sang artériel était plus rouge que le sang veineux de la glande pendant l'activité de celle-ci. L'extraction puis l'analyse des gaz étant effectuées, il fut constaté que le sang artériel contenait moins d'oxygène que le sang veineux, par exemple 4 ou 5 centimètres cubes, tandis que le sang veineux en contenait 5 ou 6. Je crus m'être trompé en marquant les échantillons. On apporta donc la plus grande attention à l'étiquetage des seringues de sang dans l'expérience suivante, et il fut encore constaté cette fois que le sang artériel, qui était rutilant au moment de son extraction, avait pris la teinte du sang veineux, tandis que le sang veineux de la glande, recueilli pendant l'état d'activité, avait gardé sa teinte rouge. L'extraction des gaz du sang confirma encore le fait constaté dans la première expérience et qui signifiait que, quand le sang artériel de la Vache est abandonné à lui-même, son oxygène disparaît plus rapidement que celui du sang

veineux de la glande parotide en activité conservé dans les mêmes conditions.

Avant la troisième expérience, j'eus le temps d'étudier ce phénomène gênant et de m'apercevoir que, pour l'éviter dans les expériences, il faut recueillir le sang sur une solution de fluorure de sodium, de manière à le titrer à 3 ou 4 p. 1 000 de fluorure et non pas sur oxalate de sodium. Néanmoins, dans la troisième expérience, je recueillis, mélangé à de l'oxalate de sodium, plusieurs seringues de sang artériel et de sang veineux de la glande parotide, prélevé pendant l'état d'activité, et je les conservai pendant vingt-quatre heures avant d'extraire les gaz. Le sang artériel devint tout à fait noir, tandis que le sang veineux conservait encore une teinte rouge très nette. L'analyse des gaz confirma l'observation visuelle. Le sang veineux contenait encore une proportion notable d'oxygène, 3 à 4 p. 100, je crois, tandis que le sang artériel n'en contenait presque plus, aux environs de 0 à 0,5 p. 100.

Ainsi donc, il paraissait que, dans ces échantillons, *le sang artériel, abandonné à lui-même, perdait plus vite son oxygène que le sang veineux recueilli pendant l'activité de la glande parotide et même pendant le repos.*

Je crus que ce fait pouvait signifier que, pendant son passage dans la glande, le sang artériel y abandonne certains principes nécessaires aux oxydations, ou peut-être certains principes qui constituent la partie active de la salive par exemple.

Si l'oxygène disparaît lentement du sang abandonné à lui-même, c'est parce qu'il sert aux oxydations dont les globules sanguins, restés vivants, continuent à être le siège. Je crus donc que, si ces oxydations sont ralenties dans le sang veineux abandonné à lui-même, c'est parce qu'il a perdu, dans l'organe qu'il a traversé, une partie d'une substance qui sert à ces oxydations et qui, probablement, serait un ferment oxydant. Je pensai que ce phénomène pouvait être une règle générale pour le sang veineux, mais à des degrés divers selon les organes traversés, et je résolus de continuer les recherches dans ce sens sur d'autres animaux, le Chien par exemple.

Les expériences devant consister à étudier ce qui se passe dans le sang extrait des vaisseaux et abandonné à lui-même à la température ambiante ou à l'étuve, il convenait d'éviter une cause d'erreur importante, la putréfaction. Aussi, le sang a été recueilli avec un matériel aseptique et en apportant le même soin d'asepsie dans la découverte des vaisseaux et dans la prise du sang. Le sang a été isolé dans des ampoules de verre aseptiques (de 10 ou 20 cc. environ suivant les cas), qu'il remplit par sa seule pression, et dont les deux extrémités ont été ensuite fermées à la lampe.

Voici les observations faites au cours d'une expérience :

EXPÉRIENCE I. — *1er Août 1903.* — On isole aseptiquement la carotide et la jugulaire d'un Chien de 30 kilogrammes et on y place une canule pour la prise du sang. On remplit deux ampoules de sang artériel de 10 centimètres cubes et, immédiatement après, deux ampoules de sang veineux, les quatre ampoules ayant reçu, auparavant, 1 centimètre cube de solution concentrée d'oxalate de sodium. Elles sont conservées couchées sur la table, à la température ambiante ; le lendemain à midi, les deux ampoules de sang artériel sont déjà devenues légèrement moins rouges que les deux ampoules de sang veineux et, le soir, elles sont nettement d'une teinte plus foncée.

EXPÉRIENCE 2. — *1er Août 1903.* — Sur le même animal, on recueille deux ampoules de sang veineux et deux ampoules de sang artériel, chacune des quatre ampoules ayant reçu une quantité de solution saturée de sulfate de soude stérile égale à la moitié de son volume. La consommation d'oxygène a été, dans ces tubes, bien plus lente que dans les ampoules de sang recueilli sur oxalate de l'expérience précédente. Le 3 août, le sang artériel était encore plus rouge que le sang veineux. Le 3 août, à 10 heures du matin, on met une ampoule de sang veineux et une ampoule de sang artériel à l'étuve à 37° ; à midi, les teintes des deux ampoules étaient sensiblement égales et, à 3 heures, l'ampoule de sang artériel était devenue nettement plus noire que l'ampoule de sang veineux. L'inversion des teintes du sang s'est opérée ultérieurement dans les deux ampoules de sang artériel et veineux restées à la température ambiante.

EXPÉRIENCE 3. — *15 Juillet 1903.* — L'expérience est faite sur une Vache bretonne en bon état, destinée à la boucherie ; elle sert principalement à l'exécution de l'une des expériences sur la recherche de la dépense de la glande parotide en activité faites en collaboration avec G. MOUSSU.

On recueille six échantillons de sang, dont trois artériels dans l'artère faciale et trois veineux dans la veine parotidienne à l'état de repos de la glande ; les six échantillons sont pris dans six seringues que l'on a rendues aussi stériles que possible et qui contenaient un peu de solution de fluorure de sodium pour deux échantillons, l'artériel, l'autre veineux, un peu de solution d'oxalate de sodium pour deux autres échantillons et enfin un volume de solution saturée de sulfate de soude égal au volume de sang recueilli, pour les deux derniers échantillons.

On met toutes les seringues à l'étude à 38°. Au bout de cinq heures, on les retire pour extraire et analyser les gaz du sang ; l'altération de couleur est à ce moment la suivante :

Le sang est devenu le plus noir dans les deux seringues contenant du fluorure de sodium ; il était moins foncé dans les deux seringues contenant de l'oxalate de sodium, et c'est enfin dans les deux seringues contenant du sulfate de soude qu'il était le plus rouge. Quant aux teintes respectives dans les deux seringues contenant du sang artériel et veineux avec oxalate, il était impossible de différencier la couleur du sang. Pour les deux seringues contenant du sulfate de soude, le sang artériel était resté plus rouge que le sang veineux.

Notons ici que, contrairement à ce qui se passe pour le sang mélangé soit à de l'oxalate de sodium, soit à du sulfate de soude, le sang mélangé à du fluorure de sodium devient complètement noir au bout d'un certain temps, bien qu'à ce moment la proportion d'oxygène qu'il contient soit très peu diminuée. Au contraire, pour le sang additionné soit de sulfate de soude, soit d'oxalate de sodium, la variation de couleur du sang coïncide sensiblement avec la variation de la proportion d'oxygène, comme le montre l'analyse des gaz du sang.

L'analyse des gaz du sang a donné les résultats suivants :

Proportion de gaz pour 10 centimètres cubes de sang :

PROPORTION DE GAZ POUR 10 CENTIMÈTRES CUBES DE SANG.

NATURE du liquide anticoagulant.	NATURE du sang.	VOLUME total de gaz.	CO^2.	O^2.	Az.	VOLUME de sang analysé.
		cent. cubes.	cent. cubes.			cent. cubes.
Fluorure de Na.	Artériel.	52,73	34,74	16,97	1,02	26,4
—	Veineux.	53,72	41,69	11,15	0,88	19,38
Oxalate de Na.	Artériel.	62,14	50,30	0,43	1,41	23,14
—	Veineux.	58,50	56,86	0,00	1,64	22,6
Sulfate de Na.	Artériel.	52,00	37,64	13,16	1,20	25,00
—	Veineux.	51,02	39,15	10,53	1,34	24,6

Il serait préférable, pour apprécier ces résultats, de pouvoir les comparer à la proportion des gaz du sang traité dès le retour au laboratoire. Mais c'est impossible ici, car ces proportions se trouvent dans les documents perdus pendant la guerre. Nous possédons cependant ici, pour servir de base aux comparaisons, la proportion des gaz du sang additionné de fluorure. Le chiffre de $16^{cc},97$, soit 17 centimètres cubes d'oxygène pour 100 de sang, indique que, dans le sang fluoré, la proportion d'oxygène a très peu varié. Les chiffres de 16,97 p. 100 (sang artériel) d'oxygène et de 11,15 p. 100 (sang veineux) servant de base, on voit :

1° Que, pour le sang additionné de sulfate de soude, l'oxygène a diminué, après cinq heures de séjour à 37°, de $16,97 - 13,16 = 3^{cc},71$, tandis qu'il n'a diminué, dans le sang veineux, que de $11,16 - 10,53 = 0^{cc},63$.

Le résultat observé dans les expériences antérieures est donc confirmé ici : l'oxygène disparaît notablement plus vite dans le sang veineux que dans le sang artériel.

2° Que pour le sang oxalaté, la diminution de la proportion d'oxygène conduit à la même conclusion ; elle est de $16,97 - 0,43 = 16,54$ pour le sang artériel et de 11,15 pour le sang veineux ; le fait que la proportion d'oxygène est tombée à 0 dans le sang veineux, avant de disparaître dans le sang artériel, prouve seulement que l'expérience aurait gagné à être arrêtée quelques instants plus tôt.

Néanmoins, tels qu'ils sont, les résultats confirment les précédents.

EXPÉRIENCE 4. — *2 Août 1903.* — Expérience faite sur un Chien de 35 kilogrammes. On prépare aseptiquement l'artère carotide et la veine jugulaire, et l'on recueille du sang dans des ampoules stériles de 25 centimètres cubes environ.

On prend trois échantillons de sang artériel, dont deux additionnés de solution d'oxalate de sodium pour l'un, de fluorure de sodium pour l'autre, le troisième additionné d'un volume de sulfate de soude égal au volume de sang. Les six ampoules ont leurs extrémités fermées à la lampe, comme dans les expériences précédentes, aussitôt qu'elles sont remplies de sang. Le sang est recueilli à 7 heures du soir et les ampoules placées sur une table à la température ambiante.

Le lendemain soir, à 5 heures, on fait les observations suivantes :

1° Pour les échantillons de sang oxalaté, le sang artériel dont la teinte s'était sensiblement rapprochée le matin de celle du sang veineux est maintenant moins rouge que le sang veineux.

2° Pour les échantillons additionnés de sulfate de soude, la teinte du sang artériel s'est rapprochée de celle du sang veineux.

Pour les échantillons de sang fluoré, j'ai expliqué, plus haut, que la couleur du sang n'avait pas de rapport avec sa teneur en oxygène.

Les échantillons sont encore laissés à la température ambiante jusqu'au lendemain matin à 8 heures. A ce moment, les différences se sont encore accentuées. Les deux échantillons de sang oxalaté sont devenus noirs, mais l'échantillon artériel plus que l'échantillon veineux. La teinte du sang artériel additionné de sulfate de soude est devenue notablement moins rouge que la teinte du sang veineux correspondant. A ce moment, on extrait les gaz des six échantillons de sang et on en fait l'analyse.

Voici les résultats obtenus :

PROPORTION DES GAZ POUR 100 CENTIMÈTRES CUBES DE SANG.

NATURE de l'anticoagulant.	NATURE du sang.	VOLUME total de gaz.	CO^2.	O^2.	Az.	VOLUME de sang analysé.
		cent. cubes.	cent. cubes.	cent. cubes.	cent. cubes.	cent. cubes.
Fluorure de Na.	Artériel.	53,30	40,21	10,94	2,14	22,31
—	Veineux.	50,98	43,03	6,31	1,64	27,4
Oxalate de Na.	Artériel.	59,145	56,62	0,09	2,36	21,76
—	Veineux.	58,08	54,70	1,65	1,73	28,6
Sulfate de Na.	Artériel.	53,36	50,24	1,48	1,64	25,00
—	Veineux.	49,21	41,75	5,95	1,51	24,55

Ici encore, les résultats sont très nets. Pour les échantillons oxalatés, la proportion d'oxygène pour 100 est tombée à 0 dans le sang artériel, tandis qu'elle était à 1,48 dans le sang veineux.

Pour les échantillons additionnés de sulfate de soude, la proportion d'oxygène est tombée à 1,48 p. 100 dans le sang artériel, tandis qu'elle est restée de 5,95 p. 100 dans le sang veineux.

La proportion d'oxygène a également baissé dans le sang fluoré, mais il est difficile de tirer ici une conclusion des proportions constatées, car il faudrait pour cela posséder les proportions des gaz du sang immédiatement après le prélèvement du sang sur l'animal. Dans cette expérience, il n'était pas possible de faire cette détermination, le sang étant extrait à 7 heures du soir (trop tard pour extraire les gaz le soir même), afin de pouvoir observer les modifications du sang dans tout le cours de la journée du lendemain.

Cette expérience confirme donc le même fait déjà établi : l'oxygène disparaît plus vite du sang artériel que du sang veineux conservés en flacons aseptiques à la température du laboratoire.

Quelle est l'explication à donner de ce fait ? La plus plausible est qu'il existe probable-

ment dans le sang artériel une substance active qui agit soit comme catalyseur, soit de toute autre façon pour provoquer les oxydations, et dont la proportion diminue sensiblement dans le sang pendant qu'il traverse les capillaires.

Nous allons trouver de nouvelles indications à l'appui de cette hypothèse dans les expériences qui suivent :

EXPÉRIENCE 5. — *1er Août 1903.* — Faite sur le même Chien qui a déjà servi aux expériences nos 1 et 2.

L'artère carotide et la veine jugulaire sont préparées aseptiquement. On prélève dans trois ampoules aseptiques, contenant un peu d'une solution concentrée d'oxalate de sodium et un globule de mercure de 0cc,2 environ, pour réaliser le mélange par agitation, un échantillon de sang artériel et deux échantillons de sang veineux. Les extrémités des ampoules sont fermées à la lampe et on centrifuge les trois ampoules pour séparer les globules du plasma.

L'un des échantillons de sang veineux reste centrifugé afin de servir de témoin.

Les deux autres échantillons, l'un artériel, l'autre veineux, sont traités de la façon suivante : la pointe supérieure des ampoules est cassée et, avec une pipette aseptique, on enlève la presque totalité du plasma, sans toucher à la partie globulaire.

On ajoute ensuite aux globules rouges de l'échantillon artériel le plasma de l'échantillon veineux et, aux globules rouges de ce dernier, le plasma du sang artériel. On referme ensuite les extrémités des ampoules à la lampe.

Cela fait, on agite les deux échantillons (à l'aide du globule de mercure) pour mélanger les globules au plasma, puis on les abandonne sur une table à la température ambiante jusqu'au lendemain soir à 7 heures. A ce moment, on constate que, contrairement à ce qu'on a observé dans les expériences précédentes, c'est le tube contenant les globules du sang veineux et le plasma du sang artériel qui est devenu très noir, et c'est le sang contenant les globules du sang artériel et le plasma du sang veineux qui est resté rouge (teinte jus de cassis).

Quant à l'échantillon témoin qui était resté centrifugé, il fut agité seulement le lendemain de son extraction, à 7 heures, au moment des observations finales. Une fois agité, on constata qu'il avait gardé la même couleur qu'au moment du prélèvement, c'est-à-dire qu'il ne devait pas avoir perdu sensiblement d'oxygène ; sa couleur rouge-groseille était plus vive que celle de l'échantillon contenant les globules du sang artériel et le plasma du sang veineux.

Cette expérience a été répétée une deuxième fois avec le même résultat ; ces expériences ont été difficiles à réaliser, principalement parce que les ampoules se brisaient pendant la centrifugation, malgré un équipement spécial de la centrifugeuse ; d'autres fois, parce que la fermeture des extrémités, souillées par le sang, n'est pas hermétique, ou parce qu'un mouvement intempestif fait échouer l'échange du plasma des échantillons.

L'expérience corrobore donc les résultats précédemment obtenus. Elle prouve que c'est dans le plasma et non dans les globules rouges ou blancs que réside la cause du ralentissement des oxydations dans le sang veineux ; par suite, elle prouve que c'est dans le

plasma et non dans les globules rouges ou blancs qu'existe une substance jouant le rôle de catalyseur ou d'adjuvant des combustions.

L'absence de modifications de la couleur du sang veineux du tube témoin resté centrifugé, pendant plus de vingt-quatre heures, m'engagea à répéter ce point spécial de l'expérience en y joignant l'analyse des gaz du sang.

Voici les résultats de deux expériences à ce sujet.

EXPÉRIENCE 6. — *Décembre 1903.* — Expérience faite sur un Chien de 40 kilogrammes. On prépare aseptiquement l'artère carotide. On prélève deux échantillons de sang artériel dans deux ampoules aseptiques de 25 centimètres cubes environ contenant un peu de solution concentrée d'oxalate de sodium et un globule de mercure. Les extrémités des ampoules sont fermées à la lampe et les deux ampoules centrifugées pour séparer les globules rouges du plasma. Ce résultat obtenu, on mélange intimement les globules rouges et le plasma de l'une des ampoules par agitation, et on garde l'autre ampoule centrifugée. On porte les deux ampoules à l'étuve à 30° pendant six heures et demie. Au sortir de l'étuve, on agite l'ampoule encore centrifugée pour mélanger les globules au plasma. On constate alors que le sang de cette ampoule est resté rutilant, rouge vif, tandis que le sang de l'autre ampoule, agité avant l'introduction à l'étuve, était devenu complètement noir.

On procède ensuite à l'extraction des gaz du sang et à leur analyse.

Voici les résultats obtenus :

PROPORTION DE GAZ POUR 100 CENTIMÈTRES CUBES DE SANG.

COULEUR du sang à la fin de l'expiration.		VOLUME total de gaz.	CO^2.	O^2.	Az.	VOLUME de sang analysé.
						cent. cubes.
Rouge vif.....	Sang resté centrifugé à l'étuve.	59,10	41,48	15,83	1,79	27,41
Noir..........	Sang agité avant d'entrer à l'étuve.	60,64	59,59	0	1,05	21,8

Dans cette expérience, le sang centrifugé n'a perdu qu'une très faible proportion d'oxygène malgré un séjour de six heures et demie à l'étuve à 30°, tandis que le sang dont les globules rouges sont mélangés au plasma a perdu la totalité de son oxygène.

EXPÉRIENCE 7. — *21 Décembre 1903.* — Faite sur un Chien de 30 kilogrammes.

On opère exactement comme dans l'expérience précédente : on prélève deux échantillons de sang artériel dans deux ampoules stériles contenant de l'oxalate de sodium et un globule de mercure. Les extrémités des ampoules étant fermées à la lampe, on centrifuge, comme à l'état normal, puis on l'introduit dans l'étuve à 30° avec l'autre ampoule restée centrifugée. Elles y restent douze heures. A la sortie de l'étuve, l'ampoule restée centrifugée est agitée fortement. On constate alors que le sang de cette dernière est resté rouge vif,

rutilant, tandis que le sang de l'ampoule, agitée avant l'entrée à l'étuve, est devenu complètement noir. On extrait ensuite les gaz et on en fait l'analyse, dont voici les résultats :

PROPORTION DE GAZ POUR 100 CENTIMÈTRES CUBES DE SANG.

COULEUR du sang à la fin de l'expiration.	ÉTAT DU SANG.	VOLUME total de gaz.	CO^2.	O^2.	Az.	VOLUME de sang analysé.
						cent. cubes.
Rouge vif.....	Sang resté centrifugé à l'étuve.	53,83	36,84	16,36	0,63	26,9
Noir.........	Sang agité avant d'entrer à l'étuve.	56,32	54,67	0	1,65	29,65

Cette expérience a donc donné un résultat identique à la précédente, et ce résultat signifie que le sang centrifugé ne perd plus son oxygène, même si on le met à la température de 30°, pendant douze heures. Donc, pour que le sang abandonné à lui-même perde son oxygène, il faut que les globules soient mélangés au plasma.

De ces faits, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Dans le sang extrait des vaisseaux et abandonné à lui-même, les globules rouges (et blancs) restent vivants, et cette vie s'entretient à l'aide de l'oxygène qu'ils portent en eux-mêmes.

2° Cette consommation d'oxygène ne peut avoir lieu que si les globules rouges sont intimement mélangés au plasma. Dès qu'ils sont séparés du plasma, les combustions s'arrêtent presque complètement.

3° Il en résulte donc qu'il existe, dans le plasma, un corps qui intervient dans la réalisation de ces combustions.

4° Les cinq premières expériences démontrent, d'autre part, que ce corps existe en moins grande quantité dans le sang veineux que dans le sang artériel. Ceci permet de déduire que c'est en passant dans les capillaires et en liaison avec les phénomènes physicochimiques qui ont lieu à ce niveau, que le sang artériel perd une partie du corps à l'aide duquel les combustions intraorganiques s'effectuent.

5° Le corps qui intervient ainsi pour déterminer les combustions intraorganiques est ou un ferment oxydant, ou une substance fixant elle-même l'oxygène du sang pour s'oxyder dans ce liquide.

Au début de ces recherches et dans les premières expériences relatives à la mesure de la dépense dans la glande parotidienne du Bœuf en activité, il m'est apparu que le ralentissement des oxydations normales, dans le sang veineux, est plus considérable dans le sang veineux de la glande parotide en activité que dans le sang veineux général ; j'ai pensé que cette différence était en corrélation avec ce fait qu'une grande quantité de ferment sortant de la glande avec la salive, cette sécrétion de ferment a emprunté au sang artériel quelque chose qui a diminué la capacité de fixation de l'oxygène dans le plasma.

Avant d'envisager la signification d'un tel fait, il convient d'abord de le confirmer. C'est pour ce contrôle qu'il serait important d'effectuer de nouvelles déterminations comparatives avec le sang veineux de la glande parotidienne en état d'activité et de repos. Je n'ai pas eu jusqu'ici l'occasion de réaliser ces expériences trop coûteuses pour mon laboratoire.

Chaire d'Éthologie
des animaux sauvages

(Fondation de la Ville de Paris)

Professeur : Monsieur ACHILLE URBAIN



F. CUVIER

Leçon inaugurale du

Cours d'Éthologie des animaux sauvages

Par A. URBAIN
Professeur au Muséum.

MESDAMES, MESSIEURS,

La coutume veut qu'à l'occasion d'une leçon inaugurale un professeur fasse l'historique de sa Chaire, et fasse plus particulièrement la biographie de ceux qui l'ont précédé. Un tel exposé ne peut aujourd'hui être fait devant vous, puisque la Chaire d'Éthologie des animaux sauvages vient d'être créée et que j'ai l'honneur d'en être le premier titulaire.

Je dois cependant vous indiquer que, dès 1836, un enseignement de l'éthologie avait été envisagé au Muséum, puisque Frédéric CUVIER avait demandé la création d'une Chaire sur la « psychologie des animaux », dont le principe avait été accepté par le ministre de l'Instruction publique de l'époque. A l'Assemblée des professeurs du Muséum du 20 décembre 1836, la question de cette Chaire fut discutée. GEOFFROY-SAINT-HILAIRE s'opposa à cette création et demanda qu'elle fût remplacée par une Chaire de *Zoologie générale*, à laquelle il désirait voir nommer Frédéric CUVIER.

A la suite de discussions, de rapports de commission, la question revint à de nombreuses reprises devant l'Assemblée des professeurs, et ce n'est que le 12 décembre 1837 qu'elle décida, à une forte majorité, la création d'un enseignement de Physiologie comparée. Par ordonnance royale, en date du 27 décembre 1837, Frédéric CUVIER fut chargé de cet enseignement.

Il a fallu attendre presque un siècle pour que la question de l'Éthologie fût à nouveau agitée. La création du Parc Zoologique de Vincennes, en 1932, l'a remise, en effet, à l'ordre du jour. Elle a eu quelques détracteurs et de nombreux partisans. Son principe fut enfin admis, non sans difficultés, et, par décret en date du 17 décembre 1933, la Chaire d'Éthologie des animaux sauvages fut créée au Muséum d'Histoire naturelle.

Je tiens à exprimer ma gratitude à ceux qui ont présidé à cette création, et plus particulièrement à la Ville de Paris, qui a bien voulu, sur fonds de concours, mettre à la disposition du ministère de l'Éducation nationale les crédits nécessaires à son fonctionnement, à M. le président CONTENOT, à M. le président FLEUROT qui, au Conseil municipal de la Ville de Paris, se sont faits les défenseurs de cette Chaire ; à M. le professeur LEMOINE, directeur du Muséum, et à M. MARTZLOFF, directeur de l'Architecture et des Promenades de la Ville de Paris, qui ont été les instigateurs, et enfin à tous mes collègues du Muséum, qui ont bien voulu me désigner au choix du ministre pour en être le titulaire.

Il est aussi d'usage, en pareille circonstance, d'évoquer son passé. Je ne voudrais vous dire que quelques mots du mien. Depuis ma sortie du lycée en 1902, j'ai toujours orienté mes études vers les Sciences naturelles, tant à l'École vétérinaire qu'au cours de mes études ultérieures. La Botanique m'a toujours attiré. Sous la direction de mon regretté maître Marcel DUBARD, j'ai étudié la germination de différentes graines, et c'est grâce à ces recherches que j'ai pu envisager, plus tard, des expériences sur la valeur alimentaire de l'Avoine germée, dont l'application est si heureuse dans les Parcs Zoologiques. Préparateur de botanique à la Faculté de Clermont-Ferrand en 1912, j'ai dû abandonner, pour des raisons impérieuses de service, cette fonction, pour me consacrer uniquement à une carrière militaire très absorbante. C'est au cours de cette carrière que s'est faite ma spécialisation scientifique pour tout ce qui se rapporte à la biologie des animaux : leurs mœurs, leur alimentation, leurs maladies.

La plus grande partie de ces études a été effectuée au Laboratoire militaire des Recherches vétérinaires sous la direction de M. BROCQ-ROUSSEU. C'est en étroite et affectueuse collaboration avec lui que, pendant plus de dix ans, j'ai pu mener à bien une partie de mes travaux. Les autres furent élaborés à l'Institut Pasteur, où, dès 1920, j'ai été accueilli par deux maîtres éminents, le Dr ROUX et le Dr CALMETTE, dont la disparition prématurée a causé un si grand vide dans la science. A l'Institut Pasteur, mes recherches ont été dirigées par un maître particulièrement bienveillant, le professeur BESREDKA. C'est dans son laboratoire que j'ai étudié les maladies infectieuses des animaux et mis au point divers procédés sérologiques applicables soit à l'homme, soit à l'animal.

Si ma reconnaissance va tout d'abord à ceux qui ont été un guide au début de ma carrière : le professeur Marcel DUBARD, les vétérinaires généraux DASSONVILLE et BROCQ-ROUSSEU et le professeur BESREDKA, à côté de ces maîtres qui ont été et qui restent pour moi de véritables amis, il en est d'autres plus lointains qui ont joué un rôle important et une grande influence sur ma formation, je veux parler de mes maîtres de l'École de Lyon : ARLOING, LESBRE, etc.

Je voudrais aussi associer à cet hommage les noms de ceux qui, appartenant à ma profession, furent mes prédécesseurs au Muséum et, parmi eux, je dois citer plus spécialement : BOULEY, en 1879, remplacé en 1886 par CHAUVEAU, qui furent tous les deux successivement titulaires de la Chaire de Pathologie comparée. L'œuvre de ces deux savants éminents est connue de tous.

Henri BOULEY, ancien professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, inspecteur général des Écoles vétérinaires, fut nommé professeur au Muséum en 1879. Il fut créé pour lui

cette Chaire de Pathologie comparée où il s'efforça de démontrer le rôle que peut jouer l'expérimentation dans le progrès de la biologie et plus particulièrement de la médecine. BOULEY était un esprit enthousiaste. Ses convictions étaient sincères et profondes, et il les défendit toujours avec beaucoup de talent. Il fut l'un des premiers à admettre et à comprendre les théories de PASTEUR, dont il fut un apôtre convaincu.

CHAUVEAU, digne successeur de BOULEY, eut aussi une brillante carrière. Il était professeur à la Faculté de Médecine et à l'École vétérinaire de Lyon, quand il fut nommé, en 1886, titulaire de la Chaire de Pathologie comparée. Il devait l'occuper pendant près de trente ans.

L'œuvre qu'il a poursuivie dans son laboratoire du Jardin des Plantes est considérable ! Elle appartient à tous les domaines de la Biologie : à la Pathologie générale et comparée, à la Physiologie pathologique générale, à la Physiologie expérimentale pure, etc.

Je n'ai pas à donner ici les détails d'une œuvre si étendue. CHAUVEAU, membre de l'Académie de Médecine, membre de l'Académie des Sciences, qu'il présida, fut et restera un des plus grands savants de son époque.

Enfin, si je suis entré au Muséum, c'est grâce à M. le professeur BOURDELLE, qui a bien voulu m'appeler près de lui, comme collaborateur direct en 1931 au titre de sous-directeur de la Ménagerie. Il m'a initié aux détails de ce service si complexe, si délicat et si étendu. La situation que j'ai actuellement, je la lui dois en grande partie, et je suis heureux de lui en exprimer une fois de plus ma reconnaissance.



La Chaire d'Éthologie est consacrée à l'étude des mœurs des animaux sauvages et plus particulièrement à leur influence réciproque, à leurs réactions aux conditions du milieu, à leur psychologie, à leur parasitologie et à leurs maladies infectieuses.

Un tel programme est si vaste et englobe des disciplines si diverses que je suis convaincu qu'il ne peut être rempli qu'avec la collaboration des autres chaires du Muséum spécialisées pour ces études particulières : Mammalogie et Ornithologie, pour la détermination des espèces ; Physiologie générale, Zoologie, pour l'étude des parasites ; Anatomie comparée. Je dois dire que, d'ores et déjà, cette collaboration est en partie effectuée et que, dans l'avenir, sa réalisation sera encore plus complète.

La Chaire d'Éthologie doit donc être un centre important d'études coordonnées, ouvert à tous les chercheurs. L'enseignement qui doit y être donné sur l'éthologie des animaux sauvages doit être envisagé non seulement dans leurs mœurs, leurs groupenments fauniques, leur rôle dans le peuplement de la terre, mais aussi dans leurs rapports avec l'homme.

Pour répondre au vœu exprimé par le Conseil municipal de Paris, le professeur titulaire de la Chaire d'Éthologie a comme charge principale la direction du Parc Zoologique du Bois de Vincennes. Aussi son rôle essentiel est-il de présenter les animaux sauvages dans un cadre naturel.

Un parc zoologique bien tenu est un centre éducatif puissant pour le grand public. Rien ne doit être négligé afin de frapper l'esprit du visiteur et de lui donner des images

aussi exactes que possible de la nature. Les grands espaces du parc zoologique permettent de présenter les animaux en groupe et de les faire vivre dans des conditions bien supérieures à celles des ménageries. Il est ainsi facile de suivre leur évolution et leur influence réciproque.

Mais on n'oubliera pas non plus que les hôtes du Parc Zoologique du Bois de Vincennes, une fois morts, sont un matériel d'étude de premier ordre. Il faudra rechercher sur les cadavres les causes de leurs maladies et, principalement, les microbes ou parasites qui les ont provoquées, les déterminer et les étudier. On s'efforcera ensuite de lutter contre elles par la vaccination ou la vaccinothérapie, œuvre des laboratoires de recherches du Parc.

D'autre part, une collaboration des plus étroites est établie avec la Chaire d'Anatomie comparée, qui dispose pour ses recherches d'une salle d'autopsie et de locaux spacieux. C'est dans ceux-ci que se feront tous les prélèvements dont l'étude sera poursuivie dans le laboratoire de recherches bactériologiques, contigu.

C'est donc le parc zoologique qui fournira à la Chaire d'Éthologie les éléments de toutes ses recherches. L'édification et le fonctionnement d'un parc zoologique rentre donc dans le cadre de l'enseignement de cette chaire. Je n'ai pas aujourd'hui à vous exposer ce qu'est un parc zoologique moderne ; je le ferai cette année-ci dans une série de leçons.

Vous savez tous cependant que sa conception est bien différente de celle qui présidait jadis à l'élaboration d'une ménagerie. En effet, les grilles, grillages, barreaux ont disparu ; les animaux sont présentés dans un état de liberté apparente, séparés du public par des fossés plus ou moins visibles. Ils vivent sur des rochers, dans des savanes ; les Oiseaux aquatiques s'ébattent sur des lacs étendus. A cette présentation, si plaisante, il faut un corollaire indispensable ; elle doit s'allier avec des abris confortables où les animaux trouvent un refuge à la fois sain et agréable. Il faut, en outre, que les animaux puissent s'ébattre, courir, sauter, grimper, voler, et pour cela qu'ils aient à leur disposition de vastes espaces : c'est la condition essentielle de bonne santé, c'est aussi une condition indispensable pour la reproduction.

Au Parc Zoologique d'Amsterdam, par exemple, depuis que les Lions et les Tigres ont des cages qui ont quadruplé de largeur et de longueur, la reproduction est passée du coefficient 1 au coefficient 5. A Munich, des constatations comparables ont été faites par le directeur du Jardin Zoologique d'Hellabrün : le Dr Heck. C'est ainsi qu'en laissant s'ébattre des Éléphants sur un plateau d'un hectare il a pu obtenir facilement des accouplements considérés comme rares, sinon impossibles, chez ces animaux lorsqu'ils sont en captivité. Il a actuellement quatre femelles d'Éléphants pleines, ce qui constitue une véritable richesse pour un Parc.

Tous ces ébats doivent se faire dans la belle saison à l'extérieur, sur un terrain bien exposé et approprié à chaque race ou espèce. Mais ils doivent aussi pouvoir être exécutés, dans la mauvaise saison, dans des abris larges, bien dotés de tout ce que peuvent désirer les animaux.

D'autre part, les groupements par espèces doivent être faits suivant certaines règles dont l'ignorance peut être néfaste à la vie des animaux ; un dosage bien déterminé de mâles

et de femelles, la séparation de la femelle et de ses petits, du mâle, par exemple, est à prescrire pour des espèces données.

Les animaux d'un parc zoologique, pour être dans un bon état d'entretien, doivent être aussi l'objet d'une surveillance particulière en ce qui concerne leur alimentation : celle-ci doit être, avec le confort du logement, la base du problème de l'élevage des animaux en captivité. Le problème de l'alimentation des animaux exotiques rentre dans le cadre de l'enseignement de la Chaire d'Éthologie et sera l'objet, cette année-ci, d'une série de conférences. Ce problème est d'ailleurs des plus complexes. Dans la nature, l'animal, guidé par son instinct sûr, sait choisir les aliments qui lui conviennent. Pouvons-nous, en captivité, lui en fournir de comparables ? Ceux qui ont la pratique des jardins zoologiques peuvent répondre par l'affirmative ; ils sont susceptibles de donner à chaque espèce l'aliment de choix qui leur est nécessaire. Ce choix est d'ailleurs souvent fait d'une façon un peu empirique ; notre rôle est de le compléter d'une façon rationnelle en leur appliquant les principes actuels qui régissent l'alimentation des êtres supérieurs. Je voudrais l'illustrer par quelques exemples.

Les Lions, les Tigres, les Panthères adultes, reçoivent en moyenne, par jour, 4 à 10 kilogrammes de viande (os et muscle) ; ils subissent un jour complet de diète par semaine, où ils n'absorbent que du lait (un demi-litre). Or, en liberté, ces animaux consomment le plus souvent des proies vivantes et, dans ces proies, ils commencent tout d'abord à manger la masse intestinale et son contenu, c'est-à-dire les aliments en voie de digestion : herbes, jeunes pousses, feuilles diverses, produits facilement assimilables, riches en vitamines. Nous sommes donc loin, en captivité, de leur fournir une alimentation comparable. Aussi voit-on parfois certains de ces animaux, et surtout les jeunes, présenter des signes manifestes de rachitisme : pattes déformées par l'arthrite, ataxie locomotrice, symptômes caractéristiques d'une déficience alimentaire principalement par carence de vitamine D.

Comment peut-on prévenir cette avitaminose et peut-on la combattre ? De la façon suivante : deux à trois fois par semaine, la ration de viande est arrosée d'huile de foie de morue et, de temps à autre, les animaux reçoivent une proie : Lapin, Cobaye, Pigeon, etc. Il est utile que ces petits animaux soient d'abord sacrifiés, puis donnés immédiatement après leur mort aux fauves. Dans certains cas, en effet, si la proie est donnée vivante, l'animal à qui elle est destinée ne la touche pas.

Mais, dans certaines circonstances, il faut agir avec plus d'énergie. Les jeunes sont traités avec des produits riches en vitamines D; elles sont administrées sous forme d'ergostérol irradié, déposé sur les aliments. Lorsque la mère allaite, elle est aussi soumise à l'action de l'ergostérol irradié, avec une nourriture plus substantielle où le foie joue le plus grand rôle. L'influence des vitamines D est telle que, dans certains cas, on assiste à de véritables résurrections : des jeunes Lionceaux, par exemple, atteints d'ataxie, de xérophtalmie, reprennent leur santé et leur vivacité en une dizaine de jours.

Les Fourmiliers sont des animaux très fragiles et qui, en captivité, sont nourris de lait, de viande finement hachée, de soupe liquide. Souvent, après avoir été soumis quelques mois à cette alimentation, ils présentent des troubles locomoteurs, avec parésie des membres

postérieurs, et succombent sans présenter de lésions macroscopiques à l'autopsie ; il s'agit là encore d'avitaminose. Si, dès les premiers signes de faiblesse, on leur donne des œufs de Fourmis en quantité suffisante, on constate, dans la majorité des cas, qu'ils reprennent leur appétit et leur agilité très rapidement.

L'alimentation des Singes et plus spécialement des anthropoïdes doit être particulièrement soignée ; elle nécessite du lait, des œufs, du pain, de la verdure : salade ou choux, des carottes crues, des pommes de terre cuites, des bananes, des oranges, des pommes, etc. C'est la variété et la qualité de ces aliments qui permettent de conserver, d'acclimater des animaux particulièrement sensibles aux moindres intempéries.

D'autres Singes sont des Herbivores qui se nourrissent presque uniquement de feuilles : tels sont les Colobes, que l'on ne peut conserver qu'avec des feuilles de vigne ou de mûrier.

Les Oiseaux doivent être aussi l'objet d'une surveillance attentive en ce qui concerne leur alimentation. Il est clair qu'un Oiseau en captivité aura une santé d'autant plus robuste, une existence d'autant plus longue qu'on lui offrira des aliments appropriés. Pour connaître ceux-ci, on devra donc consulter tous ceux qui connaissent les Oiseaux, qui les ont vus en liberté dans la nature. Il faut leur donner toujours des grains et d'autres aliments, les plus variés possible, et renouvelés très souvent. Il y a aussi une autre considération importante : un Oiseau vole-t-il librement, a-t-il un parcours suffisant ? Il faut le nourrir le plus abondamment possible. Est-il, au contraire, renfermé dans une petite cage ? Il doit recevoir une ration diminuée.

Tous les Oiseaux, Insectivores comme Granivores, se trouvent bien d'avoir à leur disposition de la Sèche finement émiettée, la chaux étant indispensable à la formation de leurs os et de leur plumage. Il est bon aussi de donner un peu de verdure, des fruits, des baies qui les rafraîchissent.

Tous les granivores ont aussi besoin de temps en temps d'un peu de nourriture animale (œufs de Fourmis, Vers de farine) ; il faut enfin donner aux Oiseaux frugivores et insectivores quelques menus grains, tels que : pavot, chènevis, navette, grains de soleil, riz en paille, avoine, etc.

Les Oiseaux aquatiques doivent avoir à leur disposition des Poissons frais, des Coquillages, des Crevettes.

Les Oiseaux rapaces, de la viande en abondance et des cadavres de petits Rongeurs (Rats, Souris).

Ces quelques exemples suffisent à vous démontrer combien le problème de l'alimentation joue un rôle important dans les parcs zoologiques et combien son étude doit être poursuivie pour maintenir en bon état de santé et d'entretien les animaux exotiques.

Une autre branche de l'Éthologie (du grec *ethos*, mœurs, et *logos*, discours) est consacrée à l'activité psychique des animaux ; celle-ci comprend, comme chez l'Homme, l'ensemble des états et des actes qui sont attribuables à l'instinct et à l'intelligence. C'est là, en somme, tout le domaine de la psychologie.

Lorsqu'on a vécu au contact des animaux, lorsqu'on sait les observer, on constate que ceux d'entre eux qui sont au sommet de l'échelle psychique animale, c'est-à-dire les Mammifères, possèdent à des degrés divers les facultés essentielles qui sont à la base de

l'intelligence : la mémoire, le jugement et la volonté. De telle sorte que l'on peut, à première vue, en présence d'actes accomplis par certains animaux et comparables à ceux effectués par l'Homme dans les mêmes conditions, les attribuer à un mécanisme identique.

Mais comment différencier chez l'animal ce qui revient à l'instinct ou à l'intelligence ?

Ils se manifestent souvent à nous par des actes analogues, et il est souvent bien difficile d'attribuer certaines manifestations psychiques au domaine de l'instinct ou à celui de l'intelligence. Ce qui les sépare nettement l'un de l'autre, c'est que l'intelligence « se connaît », alors que l'instinct « ne se connaît pas » (BRETEGNIER).

Le psychisme de l'Homme et de l'animal est fait d'intelligence et d'instinct. L'intelligence domine chez l'Homme qui, par l'éducation, refoule ses instincts. Au contraire, chez l'animal, en raison de son organisation et de son mode de vie, les instincts prédominent, l'intelligence n'intervient chez lui que lorsque les circonstances l'obligent à un effort psychique accentué.

Mais, entre l'intelligence supérieurement développée de l'Homme cultivé et l'intelligence plus ou moins obscure des animaux supérieurs, il n'y a qu'une différence de degré et non de nature.

La psychologie animale a fait l'objet d'innombrables travaux.

Je ne veux aujourd'hui vous citer que ceux qui sont dus à deux illustres de mes prédécesseurs : aux deux frères CUVIER.

Georges CUVIER, ainsi que vous le savez, fut un adversaire acharné de la théorie de l'évolution de LAMARCK et de GEORFFROY SAINT-HILAIRE ; il était partisan résolu de l'immutabilité de l'espèce. Il reprocha à BUFFON d'avoir méconnu l'existence, chez les animaux, de l'instinct.

Voici, d'après Georges CUVIER, ce qu'est l'instinct : « L'instinct fait produire aux animaux certaines actions nécessaires à la conservation de l'espèce, mais souvent tout à fait étrangères aux besoins apparents des individus, souvent aussi très compliquées et qui, pour être attribuées à l'intelligence, supposeraient une prévoyance et des connaissances infiniment supérieures à celles qu'on peut admettre dans les espèces qui les exécutent. Ces actions, produites par l'instinct, ne sont point non plus l'effet de l'imitation, car les individus qui les pratiquent ne les ont souvent jamais vu faire à d'autres ; elles ne sont point en proportion avec l'intelligence ordinaire, mais deviennent plus singulières, plus savantes, plus désintéressées, à mesure que les animaux appartiennent à des classes moins élevées et pour tout le reste plus stupides. Elles sont si bien la propriété de l'espèce que tous les individus les exercent de la même manière sans y rien perfectionner... On ne peut se faire une idée claire de l'instinct, qu'en admettant que les animaux ont dans leur *sensorium* des images ou sensations innées et constantes qui les déterminent à agir comme les sensations ordinaires déterminent à agir communément. C'est une sorte de rêve, de vision, qui les poursuit toujours ; et dans tout ce qui a rapport à leur instinct, on peut les considérer comme des espèces de somnambules. »

Frédéric CUVIER, frère du précédent, et que j'ai déjà cité au début de cette leçon, observa

les animaux supérieurs de la Ménagerie du Jardin des Plantes. Il établit une échelle de l'intelligence chez les Mammifères, au bas de laquelle il mettait les Rongeurs, et au sommet, le Chimpanzé et l'Orang-Outan.

D'après lui, c'est chez les Carnassiers et chez les Quadrumanes que l'intelligence serait la plus développée ; mais, de tous les animaux, c'est l'Orang-Outan qui est le mieux doué sous ce rapport. A l'appui de sa thèse, F. CUVIER cite le cas d'un Orang-Outan qui se plaisait à grimper aux arbres et à s'y tenir perché. On fit mine, un jour, de vouloir monter sur son arbre pour aller l'y prendre, mais il se mit à secouer l'arbre avec violence dans le but d'effrayer la personne qui approchait. Le Singe se tenait tranquille dès que la personne s'éloignait et recommençait à secouer l'arbre dès qu'elle se rapprochait.

Ce Singe ayant été effrayé par l'agitation de certains corps sur lesquels il avait été placé, concluait de cette crainte, à la peur que devait éprouver la personne à la vue de l'arbre agité, comme le dit CUVIER, « d'une circonstance particulière, il se faisait une règle générale ».

D'après les observations de CUVIER, l'intelligence de l'Orang-Outan, très précocement développée, décroîtrait avec l'âge ; ce Singe, capable d'étonner lorsqu'il est jeune, par sa pénétration et sa ruse, ne serait plus, devenu adulte, qu'un animal grossier, brutal, intraitable.

Dans une Chaire d'Éthologie, la psychologie animale doit donc jouer un rôle de premier ordre.

Au Parc Zoologique du Bois de Vincennes, de nombreuses expériences sur le psychisme animal sont actuellement en cours, dont les résultats seront exposés ici ultérieurement.

Si les animaux d'un parc zoologique permettent de faire des recherches intéressantes sur leurs mœurs, leur alimentation et leur psychologie, ils permettent aussi d'en faire d'autres importantes sur les microbes et les parasites qu'ils peuvent héberger non sans risques pour leur santé.

Les animaux sauvages en captivité sont, en effet, comme tous les autres animaux, susceptibles d'être atteints de maladies infectieuses. Celles-ci leur sont strictement propres; d'autres, au contraire, peuvent se propager à l'Homme. Or, ce qu'il faut surtout envisager dans un parc zoologique, ce n'est pas seulement l'étude bactériologique des agents de ces infections, mais surtout de compléter ou de créer de nouveaux procédés de diagnostic et de mettre au point de nouvelles méthodes de traitement. C'est là un champ de recherches très étendu.

Si, parmi ces maladies, il en est de connues, de banales, telles que celles de l'appareil respiratoire ou de l'appareil digestif, il en est d'autres bien curieuses et qui sont particulières aux animaux en captivité. Je voudrais vous en citer quelques-unes pour vous montrer combien le problème sanitaire d'un parc zoologique est parfois difficile à résoudre.

Il existe chez les animaux carnassiers de ménagerie une maladie très contagieuse s'apparentant avec la gastro-entérite infectieuse ou le typhus du Chien et qui, par certains autres de ses caractères, rappelle aussi beaucoup la gastro-entérite du Chat. Cette affection est communément désignée sous le nom de typhus des Carnassiers de ménagerie. Les signes

de la maladie apparaissent brutalement : les animaux gais, pleins d'entrain, deviennent subitement tristes ; ils se mettent dans un coin de leur loge, puis ils ont parfois des vomissements, une diarrhée abondante apparaît, souvent hémorragique ; la température, élevée au début (41°), s'abaisse rapidement, elle tombe parfois à 36°, et l'animal meurt en douze à dix-huit heures.

J'ai pu étudier trois de ces épidémies : elles ont provoqué, dans les trois cas, la mort de 95 p. 100 des sujets atteints : Panthères, Lionceaux, Guépards, Tigres.

J'ai entrepris diverses recherches bactériologiques en vue de mettre en évidence l'agent de l'affection. L'ensemencement du sang, du cœur, de la moelle osseuse, du cerveau, dans divers milieux de culture, est resté stérile ou n'a montré que des germes banaux.

D'autre part, dans aucun cas, il n'a pu être décelé sur des frottis, obtenus par impression, du foie, de la rate et des reins, après une imprégnation argentique, selon la méthode classique de FONTANA-TRIBONDEAU, la présence d'un spirochète, comme on l'a rencontré dans le typhus du Chien.

Dans d'autres recherches, j'ai essayé de mettre en évidence un virus filtrable dans le sang ou divers organes : foie, rate, reins, comme j'ai montré son existence dans la gastro-entérite infectieuse du Chat. Toutes mes tentatives sont restées infructueuses : le filtrat du sang ou des émulsions d'organes ont été incapables de provoquer la maladie aux animaux carnassiers auxquels je les ai injectés. Mais il est indispensable de reprendre ces recherches avant de conclure d'une façon définitive sur l'absence de ce virus, car j'ai constaté que l'émulsion formolée de rate d'un animal ayant succombé à l'affection, injectée à deux reprises, à cinq jours d'intervalle, à de jeunes Panthères, leur a permis de vivre en milieu contaminé. La rate doit donc renfermer l'agent de cette maladie, puisqu'elle est susceptible de vacciner l'animal sensible.

Au cours de l'année 1931, une épizootie assez envahissante a éclaté sur des petits Ruminants de la Ménagerie du Muséum. Elle a atteint tout d'abord les Caprinés : deux Boucs, une Chèvre et son Chevreau succombèrent en août. Puis l'épidémie se propagea à un groupe important de petites Antilopes venues récemment de la Côte d'Ivoire et appartenant à la section des Céphalophes (*Cephalophus* H. Smith, 1827). Du 11 septembre au 30 octobre, 10 Céphalophes moururent des suites de l'infection (8 *Cephalophus melanorrheus* Gray et 2 *Cephalophus dorsalis* Gray).

L'ensemencement de divers produits pathologiques (sang du cœur, liquide péritonéal, bile, cerveau) prélevés à l'autopsie de ces animaux a toujours fourni, en culture pure, un germe Gram négatif, qui par ses caractères morphologiques, culturaux, biochimiques et sérologiques, fut identifié à un bacille paratyphique B.

Dès que la détermination bactériologique de l'agent causal de l'épidémie fut effectuée, la vaccination des animaux ayant eu des contacts avec les malades fut tentée.

Il s'agissait d'un troupeau de 12 Céphalophes, animaux très sauvages et dont la capture ne peut être envisagée sans danger. Je n'ai donc pas pu pratiquer la vaccination par voie sous-cutanée ; elle fut effectuée par voie buccale. Chaque animal reçut dans son eau de boisson, pendant trois jours consécutifs, une émulsion épaisse de germes tués

par la chaleur (une heure à 60°) et correspondant à un quart de culture sur gélose en boîte de Roux.

Le deuxième jour après la vaccination, il fut enregistré encore un cas de paratyphose, puis ensuite tout rentra dans l'ordre. Aucun autre cas d'infection ne fut signalé dans ce troupeau. Cette relation fait ressortir l'importance que joue le bacille paratyphique B dans les affections constatées chez certains animaux des parcs zoologiques et la valeur que présente la vaccination par voie digestive pour juguler ces épidémies.

Ces exemples montrent l'intérêt que peut présenter des recherches de cet ordre non seulement du point de vue scientifique, mais encore du point de vue économique, en permettant de conserver à un parc zoologique un cheptel de grande valeur.

A côté des maladies qui sont strictement propres à l'animal, il en existe d'autres communes à l'Homme et à l'animal. Vous les connaissez toutes : la morve, le charbon bactéridien, la rage, le rouget, la tuberculose, les brucelloses, etc. Mais il en est d'autres moins fréquentes et que l'on peut rencontrer dans un parc zoologique. Je vous citerai plus particulièrement : la psittacose, la tularémie et la mélioïdose.

La psittacose est une maladie des Perroquets transmissible à l'Homme. Cette affection a été bien étudiée en 1892 à l'occasion d'une épizootie de pneumonie qui a sévi à Paris. Cette maladie était due à l'importation de Perruches malades. A peu près oubliée, la psittacose fait à nouveau son apparition en juillet 1929, et elle revêt alors un caractère envahissant ; son existence est signalée en Argentine, aux États-Unis, puis en Europe, principalement en Allemagne et en Angleterre ; quelques cas ont été observés en France. Cette affection se traduit chez les Perroquets par de la diarrhée, des troubles généraux, la mort survient en huit jours ; parfois on constate des formes septicémiques qui entraînent la mort en vingt-quatre heures. Des recherches bactériologiques nombreuses effectuées ces dernières années à l'occasion de diverses épidémies permettent d'attribuer la psittacose à un virus filtrable.

Chez l'Homme, la maladie se traduit par de la fièvre, des vomissements, de la diarrhée et surtout par des manifestations pulmonaires. L'évolution est fatale chez le tiers des malades.

La transmission de la psittacose de l'Oiseau à l'Homme se fait par les aliments imbibés de salive ou par les matières fécales qui souillent les plumes.

Le caractère envahissant de la maladie a fait que certains pays ont interdit l'importation de Perroquets des contrées où la psittacose existe à l'état endémique et principalement du Brésil.

La *tularémie* est une maladie infectieuse des Rongeurs : Lapins, Rats, Écureuils et diverses autres espèces animales domestiques comme le Mouton, ou sauvages telle que la Caille. Elle est déterminée par un microbe très étudié, le *Bacterium tularense*. La contamination de l'Homme est assurée par le contact ou par inoculation, au niveau des mains et des yeux, avec des tissus infectés ; la transmission se réalise aussi par l'intermédiaire de Mouches piquantes ou de Tiques.

Les signes observés chez l'Homme : ulcères, tuméfactions des ganglions lymphatiques

fièvre, rappellent ceux de la peste. Chez les animaux, les symptômes de la maladie n'ont rien de caractéristique.

La tularémie a été observée dans l'Amérique du Nord, en Norvège, au Japon, en Russie. L'importation d'animaux provenant de ces pays peut faire craindre l'apparition de la maladie dans un parc zoologique, d'où la nécessité de connaître cette affection afin de la dépister.

La *mélioïdose*, affection des Rongeurs : Rats, Cobayes, Lapins, et de Carnassiers : Chiens et Chats de la Malaisie et de l'Indochine, est aussi transmissible à l'Homme. Elle est sous la dépendance d'un bacille voisin du bacille morveux : *Bacillus Withmori*. Elle offre les mêmes dangers que la tularémie ; elle a donc sa place dans l'enseignement des maladies infectieuses des animaux sauvages.

Ce simple énoncé de quelques affections contagieuses susceptibles d'exister chez les animaux sauvages suffit pour démontrer l'utilité des laboratoires de recherches dans un parc zoologique.

Les parasites sont aussi très fréquents chez les animaux en captivité. Leurs recherches devra être principalement effectuée dès leur arrivée de leur pays d'origine. Le sang de ces animaux sera examiné systématiquement pour la mise en évidence des parasites exo ou endoglobulaires : Trypanosomes, Plasmodies, Piroplasmes, etc. Leurs matières fécales seront l'objet d'examens attentifs pour la recherche d'œufs de parasites intestinaux : Douves, Ténias divers, ou Nématodes tels qu'Ascarides, Oxyures, etc.

La recherche des parasites doit être aussi faite à l'occasion de toutes les autopsies, et elle donne fréquemment lieu à des découvertes intéressantes. C'est ainsi que, chez un Magot (*Simia sylvanus* L.) chez lequel on croyait trouver un utérus gravide, à l'ouverture de la cavité abdominale on nota la présence d'une multitude de kystes de la grosseur d'un œuf de Pigeon à celui d'une bille. Ces kystes étaient libres dans la cavité péritonéale, maintenus simplement par la séreuse un peu épaissie et congestionnée ; ils s'énucléaient très facilement. Les uns étaient laiteux, opaques ; d'autres étaient rosés ou absolument clairs et transparents. Ils comprimaient en totalité la masse intestinale, surtout au niveau du duodénum. Le foie présentait sur sa face antérieure plusieurs cicatrices linéaires, blanchâtres et sur sa face postérieure un petit paquet de six kystes, disposés en grappe, de la grosseur d'un grain de raisin, à parois transparentes.

L'examen du liquide de ces kystes a mis en évidence des scolex avec les crochets caractéristiques de *Tænia echinococcus*. Il s'agissait donc d'*Echinococcus polymorphus*, c'est-à-dire de la larve du *Tænia echinococcus*.

Quelques-unes de ces hydatides étaient stériles (acéphalocystes) ; d'autres renfermaient, au contraire, de très nombreuses vésicules proligères et des milliers de scolex. La présence de ce grand nombre de kystes hydatiques libres dans la cavité péritonéale ne pouvait s'expliquer que de la façon suivante : une ou plusieurs hydatides primitives du foie s'étaient rompues accidentellement (les cicatrices notées sur cet organe en étaient la signature) et avaient déversé, dans cette cavité, une multitude de scolex qui s'étaient transformés sur place en kystes échinococciques parfaits, réalisant ainsi le type de l'*échinococcose secondaire* obtenue par Devé d'une façon expérimentale.

Voici donc résumée l'orientation des études à entreprendre dans la Chaire d'Éthologie des animaux sauvages, champ d'action très vaste, mais très passionnant, auquel je consacrerai toute mon activité. Elle me permettra d'exposer dans une série de leçons les résultats déjà obtenus par ceux qui, ici même, se sont occupés de ces questions, et d'exposer mes observations personnelles déjà nombreuses, que je m'efforcerai d'augmenter encore par des recherches et des expériences nouvelles.

Le Bacille de Preisz-Nocard chez les Oiseaux

Par ACHILLE URBAIN
Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.

On sait que le Bacille de PREISZ-NOCARD, agent de la « suppuration caséeuse », a été signalé chez diverses espèces domestiques : Cheval, Bœuf, Veau, Mouton, Chèvre, Porc, etc. De très rares auteurs l'ont rencontré chez les Oiseaux. Graham SMITH (1) l'a isolé du pus des sinus infra-orbitaires d'un Dindon, et Mlle LE SOUDIER et J. VERGE (2) l'ont mis en évidence, à deux reprises différentes, chez des volailles atteintes de diphtérie aviaire. Dans les trois cas, les bacilles obtenus se comportaient comme microbes de sortie, et ils n'avaient aucune action pathogène pour le Cobaye ni pour la Poule (LE SOUDIER et VERGE).

D'ailleurs, le Bacille de PREISZ-NOCARD virulent n'a aucune action sur les Oiseaux. Dès ses premières recherches sur ce germe, NOCARD avait constaté que la Poule résistait à l'injection sous-cutanée, intrapéritonéale ou intraveineuse de culture de ce germe. Seul, SIVORI (3) aurait réussi à tuer en quatre à six jours le Pigeon en lui injectant des doses élevées de culture de PREISZ-NOCARD par la voie veineuse.

Durant ces trois dernières années, nous avons réussi à isoler, à quatre reprises différentes, un Bacille de PREISZ-NOCARD authentique, de lésions diverses, constatées sur des Oiseaux de la Ménagerie du Muséum. Le premier fut trouvé au cours de recherches bactériologiques effectuées avec des produits pathologiques provenant d'un cas de gangrène des extrémités du Vautour pape (*Gypagus papa* L.). A côté de microbes banaux : staphylocoque (*B. proteus, B. perfringens*), nous avons trouvé un germe diphtériforme qui fut facilement identifié au Bacille de PREISZ-NOCARD. Ce Bacille fut ensuite rencontré dans un petit abcès interdigital d'une Perruche ondulée (*Melopsittacus undulatus* Shaw.) ; dans le pus prélevé dans la fente palatine d'un Spizaète (*Spizætus coronatus* L.) et dans une petite tumeur située à la base du bec d'un Aigle fauve des Alpes (*Aquila chrysætus* L.). Dans ces trois derniers cas, le bacille de PREISZ-NOCARD était associé à des Staphylocoques.

Tous ces germes avaient les caractères morphologiques, culturaux et sérologiques du

(1) *Journ. of Agricult. Science*, n° 2, p. 227.
(2) Le bacille de Preisz-Nocard chez la Poule (*Ann. Inst. Pasteur*, t. XXXVIII, avril 1924, p. 358).
(3) *Rec. med. vétér.*, t. III, novembre 1899, p. 657, et *Rev. génér. méd. vétér.*, t. XIX, 1912, p. 236.

Bacille de Preisz-Nocard. Il s'agissait, en effet, de microbes très polymorphes se présentant sous forme de très courts bâtonnets ou de cocobacilles, disposés côte à côte, en amas ou en dents de peigne. Aéro-anaérobies, poussant en bouillon sous forme de voile, sans troubler le milieu ; donnant sur sérum coagulé des colonies blanches, luisantes, à bords nettement délimités, formant des houppes villeuses à l'intérieur du milieu.

Après six à sept jours d'étuve, la culture de ces quatre germes en bouillon Martin, filtrée sur bougie Chamberland 13, était susceptible de tuer le Cobaye de 500 grammes par voie sous-cutanée, à des doses variant de 1 à 2 centimètres cubes. La mort survenait en douze à vingt-quatre heures. Au point d'inoculation, on notait un œdème rougeâtre, gélatineux et une congestion intense de l'estomac, de l'intestin grêle et du gros intestin : lésions caractéristiques de la toxine du Bacille de Preisz-Nocard. La toxine provenant de ces quatre germes était d'ailleurs neutralisée par le sérum provenant d'un Cheval infecté par le Bacille de Preisz-Nocard (atteint de lymphangite ulcéreuse).

Ces quatre germes étaient virulents. Inoculés à très faibles doses (un millième de centigramme) par la voie péritonéale chez le Cobaye mâle, ils provoquent en trois à quatre jours une vaginalite typique, renfermant un pus crémeux dans lequel on retrouvait à l'état pur le bacille de Preisz-Nocard.

Par contre, tous nos essais d'infection chez les Oiseaux ont échoué. Quelle que soit la voie d'introduction utilisée : sous-cutanée, dermique, intramusculaire, intrapéritonéale, intraveineuse, les Poules, les Pigeons et les Perruches ondulées résistent, même à des doses très élevées (5 milligrammes de germes frais) de bacille de Preisz-Nocard (1).

Nous n'avons jamais pu réussir non plus à tuer des Poules et des Pigeons par la voie sous-cutanée, musculaire, intrapéritonéale ou veineuse avec de la toxine. Ces Oiseaux résistent à des doses de 4 à 6 centimètres cubes de toxine qui tue le Cobaye à la dose de 1 centimètre cube. Parfois on note, par la voie veineuse, un choc violent, mais le même choc est enregistré avec du bouillon ordinaire.

Ces recherches tendent donc à prouver que le bacille de Preisz-Nocard se rencontre assez fréquemment chez certains Oiseaux de jardins zoologiques, à la condition d'étudier méthodiquement les diverses lésions suppurées que l'on rencontre chez ceux-ci. Enfin, nos expériences montrent, une fois de plus, que ce germe n'a aucune action pathogène particulière pour les Oiseaux. Sa présence dans les lésions d'où il a été isolé peut s'expliquer par son abondance dans le milieu extérieur. Il s'agit là, tout simplement, d'un microbe de sortie, banal.

(1) Nos essais ont été effectués non seulement avec des souches isolées des Oiseaux, mais aussi avec des souches très virulentes provenant du Mouton et du Cheval.

Recherche du Cycle menstruel de l'*Hamadryas Papion* L.

Par

le Dr JEAN SEGUY
Attaché à la Chaire d'Éthologie
des animaux sauvages.

et

PAUL BULLIER
Assistant au Parc Zoologique
du Bois de Vincennes.

L'étude de la physiologie génitale a été longtemps délaissée par suite de la difficulté même de cette étude. On est frappé, quand on ouvre un livre de physiologie générale, de voir combien les questions sexuelles, et notamment celle de la fécondation, ont été relativepent peu approfondies.

Le fonctionnement normal de l'appareil génital des petits animaux n'a été précisé que depuis peu de temps ; il nous suffira de rappeler l'importance qu'a eue la détermination précise du cycle du Rat blanc dans l'acquisition des découvertes hormonales récentes. Ce n'est que parce que le cycle œstrien précis du Cobaye, de la Souris, du Lapin, ont été établis, qu'un dosage biologique de différentes hormones a pu être fait. Enfin, le diagnostic biologique de la grossesse au début, de ZONDECK et d'ASHEIM, qui est actuellement adopté par tous, n'a été possible que grâce à ces acquisitions physiologiques récentes.

Toutefois, lorsqu'au cours de l'expérimentation on veut inférer de ce qu'on observe chez l'animal à la femme, bien souvent on se trompe, et on aboutit à des conclusions erronées. L'appareilgénital de ces animaux, Souris, Rat, Cobaye, Lapin, Chien, est en effet bien trop différent dans son fonctionnement de celui de la femme pour qu'on puisse obtenir par leur observation des notions valables pour la physiologie féminine.

C'est ainsi qu'on est amené à étudier des animaux se rapprochant beaucoup plus au point de vue fonctionnel génital de la femme, et notamment les Singes.

Ayant soumis notre désir d'étudier des femelles de Singes à M. le professeur URBAIN, directeur du Parc Zoologique du Bois de Vincennes, il nous a conseillé de nous adresser à la femelle *Hamadryas Papion* L. Cette bête est,en effet, réglée régulièrement, ce qui était pour nous essentiel. Nous avons donc pensé qu'il y aurait intérêt à préciser au maximum

le cycle cataménial chez ce Singe ; une fois ce cycle dûment établi, sur des bases solides, un vaste champ d'expériences nous serait ouvert, et certaines recherches très délicates rendues possibles. C'est ce que nous avons entrepris et poursuivons au Laboratoire d'Éthologie du Muséum national d'Histoire naturelle.

Nous voulons seulement rapporter ici le schéma du cycle cataménial de l'*Hamadryas*, que par des examens au spéculum, répétés tous les deux jours, chez plusieurs femelles simultanément, nous sommes arrivés à établir de façon très exacte.

A. Ce qui nous a d'abord frappé en observant l'*Hamadryas*, c'est l'apparition d'une tuméfaction périvulvaire qui va croissant pendant dix à quatorze jours, puis reste extrêmement volumineuse pendant deux ou trois jours, pour s'affaisser ensuite progressivement en six à sept jours. Au total, la tuméfaction existe pendant trois semaines.

B. Une fois la durée et le mode d'évolution de la tuméfaction périvulvaire bien établis, nous avons recherché le rapport dans le temps avec la menstruation. On peut admettre que la menstruation apparaît de trois à cinq jours après la disparition de la tuméfaction.

Ces règles sont très nettes, assez abondantes. Nous nous en sommes rendu compte, ainsi que de leur durée, par des tampons laissés dans le vagin. Elles durent cinq jours en moyenne. Elles réapparaissent suivant un cycle de trente-quatre à trente-huit jours, *en moyenne trente-six jours.*

La tuméfaction commence à apparaître de nouveau deux à quatre jours après la fin des règles.

C. Au cours de nos examens au spéculum, nous avons trouvé une desquamation vaginale, analogue à celle que nous observons chez la femme à la fin de la période de fécondabilité dans le cycle. Cette desquamation vaginale commence à la fin de la période de turgescence maximum de la tuméfaction périvulvaire, et se continue pendant deux ou trois jours.

D. Entre le moment où la tuméfaction a disparu et celui où les règles vont apparaître, on trouve très souvent dans le vagin un écoulement blanc laiteux, assez abondant et très liquide.

E. Nos recherches ont particulièrement porté sur la présence de glaires translucides dans le col. Ces glaires, que nous avons bien étudiées chez la femme, permettent seules chez elles l'ascension des spermatozoïdes et mesurent exactement sa période de fécondabilité dans le cycle. Ces glaires, chez la Guenon, apparaissent vers le douzième jour après le début des règles, c'est-à-dire en pleine tuméfaction périvulvaire. D'abord épaisses et opaques, elles ne semblent atteindre leur optimum de fluidité et de transparence que vers le dix-neuvième ou vingtième jour du cycle (juste avant le début de la desquamation vaginale).

Elles diminuent ensuite de quantité et deviennent progressivement opaques, pour disparaître le vingt-huitième jour du cycle.

Dans ces glaires, vingt-quatre heures après un coït, nous avons trouvé des spermatozoïdes vivants. C'est sur elles que seront centrées toutes nos recherches ultérieures.

Nous complétons ces premiers résultats par les conclusions de ZUCKERMAN et PARKES (1), publiées il y a plusieurs années déjà, à la suite de leurs observations et expériences sur les *Hamadryas Papion*. Ces auteurs ont constaté que, si l'on hystérectomise une femelle, il survient une atrophie des organes génitaux externes, plus marquée qu'à l'état de repos normal. De plus, si à une femelle ovariectomisée on injecte de l'œstrine (folliculine), on voit la tuméfaction périvulvaire apparaître et se développer, comme à l'état normal. Les doses de 15 000 U. S. sont nécessaires *pro die*, pendant quatre à cinq jours, pour atteindre le résultat.

Enfin, la grossesse calculée de la dernière tuméfaction à l'accouchement dure de 154 à 185 jours (de 5 à 6 mois). Le cycle cataménial réapparaît dix à vingt jours après le sevrage.

(1) ZUCKERMAN et PARKES, Œstrus cycle of the Hamadryas Baboon. Proceed. Physiol. Society, 10 mai 1930, in *Journal of Physiol.*, t. LXIX, 1930.

Le Vaccin BCG appliqué aux animaux sauvages

Par

ACHILLE URBAIN
Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.

et

P. BULLIER
Assistant au Parc Zoologique du Bois de Vincennes.

On sait que les animaux sauvages : Singes, Félidés (Lions, Tigres, Panthères, etc.), Bovins, Antilopes, Cervidés, Pachydermes (Éléphant, Tapirs, etc.), ne contractent jamais spontanément la tuberculose ; par contre, en état de captivité, tous ces animaux peuvent s'infecter facilement avec le bacille tuberculeux des types humains et bovins.

De nombreuses statistiques provenant de jardins zoologiques ont montré la sensibilité toute particulière des Singes au bacille de Koch. Toutes les espèces de Singes en captivité peuvent, en effet, présenter des lésions tuberculeuses localisées principalement aux organes respiratoires ou digestifs, fréquemment aux deux à la fois. C'est ainsi que L. RABINOWITCH (1) a pu autopsier 45 Singes atteints de tuberculose, au Jardin Zoologique de Berlin. Ces animaux s'étaient contaminés soit dans des cages où ils vivaient seuls, soit dans des cages communes où ils se trouvaient exposés aussi bien à l'infection venue du dehors qu'à la contagion mutuelle. Sur ces 45 Singes d'espèces variées, 5 n'avaient que de la tuberculose pulmonaire, 9 de la tuberculose des ganglions et des viscères abdominaux, 31 avaient à la fois de la tuberculose abdominale et pulmonaire. Au moyen des cultures et de l'inoculation au Lapin, l'auteur a pu reconnaître que, sur 27 animaux examinés, 19 étaient infectés par des bacilles de type humain et 3 par des bacilles de type bovin.

Des exemples d'infection tuberculeuse chez les Singes ont été donnés par un grand nombre d'autres auteurs (LINDEMANN, SOUTHARD, NOCARD, SCHWEINITZ et SCHRŒDER, RAVENEL, DE JONGH, IMBACH, CIPPOLLINA, GRATIA, FOX, MOUQUET, etc.). Cette infection est si fréquente qu'elle est considérée comme banale.

La tuberculose a été constatée, en outre, chez les Lions (STRAUSS, JENSEN) ; les Tigres (JENSEN, FOX) ; la Panthère (JENSEN, BERGEON, FOX, etc.) ; les Ours JENSEN, FOX,

(1) *Deutsch. Med. Woch.*, 1906, n° 22.

A. URBAIN, etc.) ; l'Éléphant (DAMMAN et STEDDEFEDER, THIERMGER) ; chez les Cervidés (MOUQUET) ; les Antilopes, etc.

La statistique publiée en 1933 par A.-E. HAMERTON en apporte une nouvelle preuve. Elle se rapporte aux animaux morts au Jardin Zoologique de Londres au cours de l'année 1932 (1). Cet auteur signale que la tuberculose a été constatée chez 6 Mammifères (4 Bovidés, 1 Ours, 1 Hérisson), 20 Oiseaux et 5 Reptiles ou Amphibies.

De ce qui précède, on peut donc conclure que la tuberculose est assez fréquemment trouvée chez les animaux sauvages qui vivent en captivité dans les parcs zoologiques.

Pour combattre cette infection, outre les mesures habituelles de prophylaxie (isolement des malades, désinfection des locaux contaminés, séparation des animaux du public par des glaces, etc.), deux méthodes de vaccination ont été tentées, l'une au moyen du vaccin de FRIEDMANN (bacilles de la Tortue), l'autre au moyen du BCG.

Les essais dans la vaccination de FRIEDMANN ont été effectués au Jardin Zoologique de Stellingen, près de Hambourg. Ils ont été exécutés par WILLIER et Carl HOLTZ (2), sur des Singes, un Lion, deux Tigres, trois Ours et des Rennes. Ainsi que le souligne CHABAUD (3), toutes les expériences de ces auteurs ne paraissent pas avoir été rigoureusement conduites ; ils n'apportent aucune preuve clinique, bactériologique ou radiologique à l'appui des résultats favorables qu'ils publient. Nous adoptons donc les conclusions de CHABAUD en estimant que ces expériences ne peuvent être retenues comme preuve de l'efficacité de ce vaccin.

Les essais effectués avec le BCG ont, par contre, une autre valeur et une autre portée.

Elles ont été entreprises à la demande de notre regretté maître CALMETTE, par MOUQUET, à la Ménagerie du Muséum national d'Histoire naturelle (4). Ces expériences ont porté sur trois lots de sujets d'espèces variées. Les vaccinations ont été effectuées par ingestion de cinq ampoules de BCG de 5 centigrammes, une tous les deux jours, dans un aliment véhicule, donné au commencement d'un repas. Le premier lot comprenant 18 sujets appartenant, à une exception près, aux Singes et aux Lémuriens ; le deuxième était constitué par 18 Carnassiers, 1 Éléphant et 1 Tapir ; la troisième lot comprenant 35 animaux divers : Tigres, Antilopes, Cerfs, Bisons, Céphalophes, Chèvres et Mouflons, etc.

Tous ces animaux ont été suivis par MOUQUET, pendant plus de deux ans et, sur ces 75 animaux vaccinés, 30 sont morts de maladies diverses, parmi lesquelles la tuberculose a pu être soupçonnée quatre fois. L'auteur souligne qu'il ne peut prétendre, d'une façon absolue, que l'emploi du BCG a préservé sûrement de l'infection tuberculeuse les animaux du Muséum auquel il a été administré, car il n'a pu effectuer l'autopsie de tous ces sujets morts pour assurer son diagnostic par des inoculations de contrôle. Mais ce qu'il affirme en toute certitude, c'est que le BCG s'est montré complètement inoffensif pour toutes les espèces animales sur lesquelles il a pu l'expérimenter et que, chez aucun des animaux

(1) *Proceedings of Zool. Society of London*, 30 juin 1931.
(2) CARL HOLZ, *Zeitschr. f. Tuberk.*, t. XLIX, 1927, p. 202, et *Münch. med. Woch.*, 12 janvier 1928, p. 83.
(3) CHABAUD, *Revue de la tuberculose*, décembre 1929, p. 822.
(4) MOUQUET, *Bull. Acad. Méd.*, 26 décembre 1926, p. 1456.

vaccinés, dans aucune des autopsies qui ont pu être faites, il n'a été trouvé de lésions tuberculeuses pouvant lui être imputées.

Appelé à succéder à M. MOUQUET à la sous-direction de la Ménagerie du Muséum national d'Histoire naturelle, l'un de nous, sur les conseils du professeur CALMETTE, a continué ces essais sur un certain nombre d'animaux sauvages.

Tous les Singes, en particulier, ont été soumis depuis le milieu de l'année 1931 jusqu'à la fin de l'année 1933, dès leur arrivée, à la vaccination par le BCG. Ils recevaient par voie buccale 3 centigrammes de vaccin en trois doses, chacune à quarante-huit heures d'intervalle.

Voici l'énumération des Singes ainsi vaccinés :

1° En 1931, 45 Singes, dont :

3 Chimpanzés (*Pan chimpanze* Meyer) ;
15 Mangabeys (8 *Cercocebus torquatus* Kerr ; 4 *Cercocebus atterrimus* Oudemans ; 3 *Cercocebus æthiops* Schreber) ;
12 Cercopithèques callitriches (*Lasiopyga callitrichus* F. Cuvier) ;
15 Hamadryas (*Papio hamadryas* L.).

2° En 1932, 15 Singes, dont :

2 Chimpanzés (*Pan chimpanze* Meyer) ;
4 Patas (*Erythrocebus patas* Schreber) ;
1 Cercopithèque Mône (*Lasiopyga mona* Schreber) ;
3 Cercopithèques Hocheurs (*Lasiopyga nictitans* L.) ;
3 Cynocéphales (*Papio hamadryas* L.) ;
2 Cercopithèques Callitriches (*Lasiopyga callitrichus* F. Cuvier).

3° En 1933, 21 Singes, dont :

3 Chimpanzés (*Pan chimpanze* Meyer) ;
4 Cercopithèques callitriches (*Lasiopyga callitrichus* F. Cuvier) ;
1 Mangabey enfumé (*Cercocebus æthiops* Schreber) ;
1 Mangabey noir (*Cercocebus atterrimus* Oudemans) ;
1 Mangabey à collier (*Cercocebus torquatus* Kerr) ;
2 Papions (*Papio papio* L.) ;
5 Hamadryas (*Papio hamadryas* L.) ;
1 Macaque rhésus (*Pithecus rhesus* Audebert) ;
1 Magot (*Simia sylvanus* L.) ;
2 Ouandérous (*Pithecus silenus* L.).

Soit au total 81 Singes.

Nous avons soumis aussi d'autres animaux sauvages à l'action du BCG :

3 Lionceaux (*Felis leo* L.) ; 3 Guépards (*Acinonyx jubatus* Erxleben.) ; 2 Chats-Tigres (*Felis Geoffroi*) ; 1 Ocelot (*Felis pardalis* L.) ; 1 Serval (*Felis serval* Schreb.) ; 1 Chevreuil (*Capreolus capreolus* L.) ; 2 Guibs (*Tragelaphus scriptus* Pallas) ; 2 Potamochères (*Potamochœrus porcus* L.).

Tous ces animaux ont été suivis par nos soins. Un certain nombre d'entre eux sont

morts de maladie ou d'accidents; aucun d'entre eux n'a présenté, à l'autopsie, de lésions tuberculeuses.

Nos expériences peuvent cependant être l'objet d'une critique qui a d'ailleurs été signalée très judicieusement par MOUQUET, à l'occasion de sa communication : en effet, l'infection tuberculeuse possible des animaux avant leur vaccination nous restait inconnue, étant donnée l'impossibilité devant laquelle on se trouve, dans un jardin zoologique, pour soumettre à l'épreuve de la tuberculine des animaux très difficiles à capturer et à immobiliser et d'un abord souvent dangereux.

Cette réserve faite, nous devons cependant souligner comme conclusion que, de juin 1931 à fin décembre 1934, les trois seuls cas de tuberculose que nous ayons trouvés à la Ménagerie et au Parc Zoologique l'ont été sur des animaux n'ayant pas été soumis à l'action du BCG : un Ours des Cocotiers (1) (*Ursus malayanus* Raffles) ; un Macaque bonnet chinois (2) (*Pithecus sinicus* L.) et un Gnou bleu (*Connochœtes taurinus* Burchell), le premier cas étant sous la dépendance d'un bacille du type humain ; le deuxième provoqué par un bacille du type aviaire, le troisième est en cours d'étude, et l'identification du bacille n'a pas été encore effectuée.

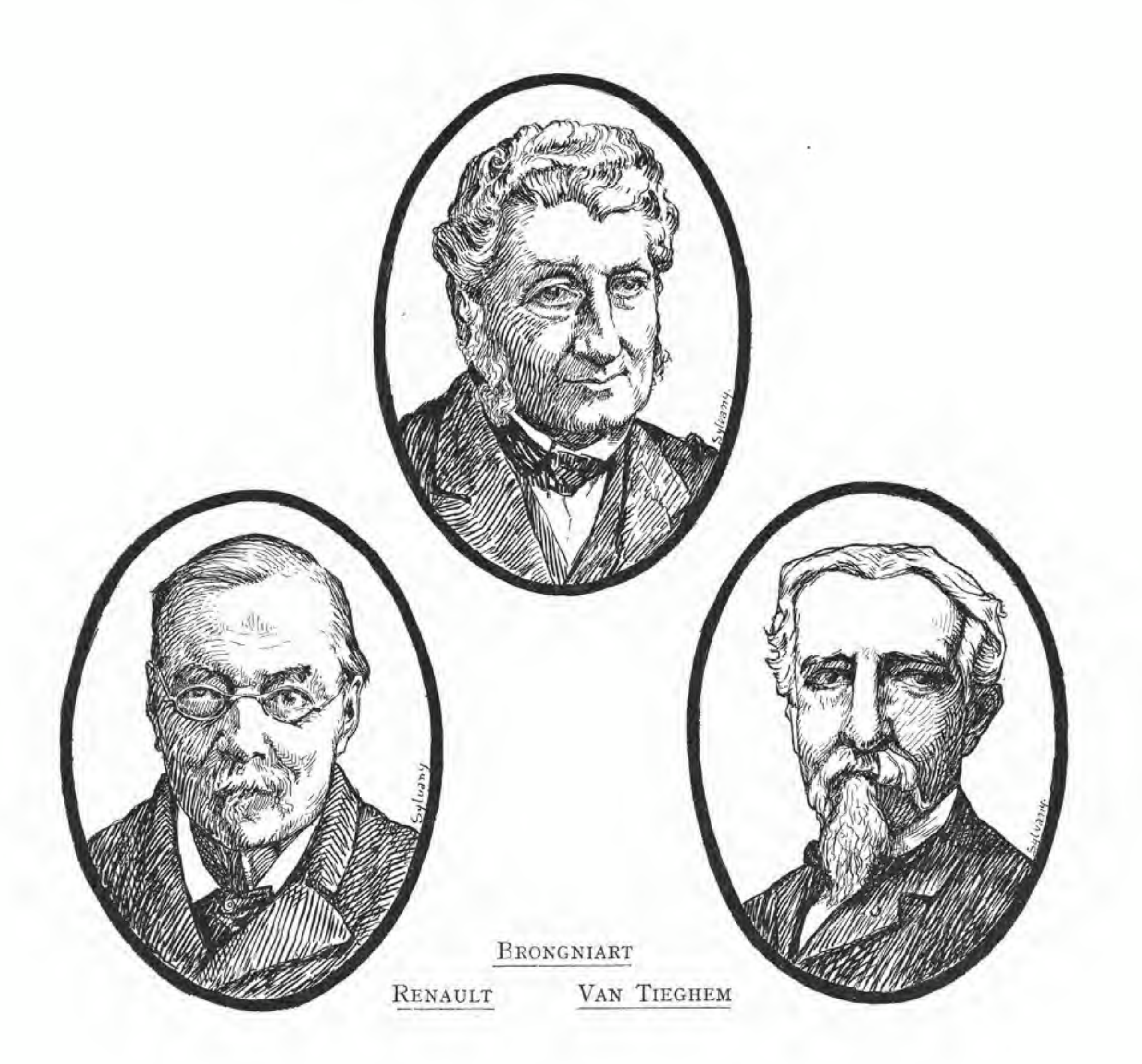
Cette constatation est donc une fois de plus en faveur de la grande valeur du BCG, puisque, depuis son emploi dans une ménagerie de l'importance de celle du Jardin des Plantes et du Parc Zoologique du Bois de Vincennes, l'infection tuberculeuse a été presque totalement supprimée chez les animaux sauvages qui le peuplent et qui ont été soumis à son action.

(*Muséum national d'Histoire naturelle.*)

(1) *Bull. Soc. Path. exotique*, t. XXVI, 1933, p. 13.
(2) *C. R. Soc. Biol.*, t. CXIII, 1933, p. 886.

Chaire d'Anatomie comparée végétale

(Chaire supprimée en vertu du décret du 22 juin 1934).



BRONGNIART

RENAULT VAN TIEGHEM

Le rôle de Brongniart, de Renault et de Van Tieghem dans la chaire d'Organographie du Muséum

Par J. COSTANTIN
Professeur honoraire du Muséum.

I. — Rôle de Brongniart et de son aide-naturaliste Renault.

Adolphe BRONGNIART (1801-1876) a été, en 1824, un des fondateurs des *Annales des sciences naturelles* (AUDOUIN et MILNE-EDWARDS père, furent les rédacteurs pour la partie zoologique; BRONGNIART et GUILLEMIN pour la partie botanique). Il fut nommé professeur au Muséum après la mort de DESFONTAINES (1750-1833), qu'il remplaça aussi à l'Académie des sciences, en 1834. Son nom est devenu rapidement célèbre comme fondateur de la Paléontologie végétale. Ses mémoires remplissent déjà, en partie, la première série des *Annales* ; il dirigea la partie botanique à partir de la séparation des deux branches des sciences naturelles. Parmi ses travaux publiés avant 1834, on peut citer : *Histoire végétale fossile* (*Ann.*, 1re série, t. XXIV) ; *Les fossiles du houiller et leurs rapports avec les végétaux vivants* (t. IV) ; *La végétation de Hœr* (Scanie) (t. IV) ; *Végétaux de l'Oolithe de Mamers* (t. IV) ; *L'Anthracite des Alpes* (t. XIV) ; *Étude d'Armissan* (t. XV).

Infatigablement, ce grand travailleur continua ses publications dans les *Annales* : je citerai, entre autres, ne pouvant pas tout mentionner, *Le mémoire sur les relations du genre* Nœggerathia *avec les plantes actuellement vivantes* (3e série, t. IV, 1844) ; *L'étude sur les flores qui se sont succédé à la surface de la terre* (t. XI, 1849).

En 1839, il fit paraître le travail sur le *Sigillaria elegans* (1), qu'il éloignait, à tort, des Cryptogames vasculaires à cause des formations secondaires.

(1) Observations sur la structure intérieure du *Sigillaria elegans*, comparée à celle du *Lepidodendron* (*Arch. Mus. d'Hist. nat.*, vol. I, p. 405, 1839).

Il a été un initiateur dans l'étude anatomique des plantes fossiles silicifiées ; il a décrit la structure du *Lepidodendron Harcourt*, trouvé dans le Northumberland par HARCOURT et aussi d'autres espèces de ce genre. Son attention s'est aussi portée sur les fructifications de ces végétaux (*Lepidostrobus*) se rencontrant au XVIIIe siècle dans les cabinets d'Histoire naturelle qui furent alors si nombreux, que l'on considéra d'abord comme des jeux de la nature, puis comme des fruits pétrifiés (collection du Marquis DE DREE, 1767, collection DAVILA). Quelques-uns de ces carpolites furent mis aux enchères à plusieurs reprises dans les ventes publiques (1811-1817-1841) ; un autre échantillon semblable, étudié par SCHIMPER (1870), lui avait été donné par un ami qui l'avait acheté pour quelques sous sur les quais de Paris. En 1850, UNGER a appelé *Triplosporites Brownii* un de ces fruits silicifiés, nom repris par BRONGNIART en 1868 (1). Les affinités de structure, qui avaient été entrevues avec le *Lepidodendron Harcoutii*, ont été confirmées par SCHIMPER, (en 1870).

On voit, par ce qui précède, combien l'histoire des fructifications des *Lepidodendron* possédant des microsporanges et des macrosporanges était importante et préoccupait les paléo-botanistes ; leur étude complétait celle de l'appareil végétatif. Aujourd'hui, ces plantes fossiles sont aussi bien connues que les plantes vivantes. C'est là une grande conquête de la science à laquelle BRONGNIART a largement contribué, ainsi que son élève et aide-naturaliste Bernard RENAULT (1836-1904), qui est aussi une illustration du Muséum ; il n'a jamais été membre de l'Institut, mais il méritait de l'être.

Renault s'est fait connaître par ses belles recherches sur les végétaux d'Autun et de Saint-Étienne (2). Il a décrit notamment une Fougère des temps primaires, le *Botryopteris* (3) ; elle appartient à une famille complètement disparue après la période primaire, et son étude offrait le plus grand intérêt. Les études de RENAULT sur les *Sphenophyllum* qui sont des Cryptogames vasculaires fossiles rattachées aux Équisétinées, sont également remarquables (4).

En examinant les graines d'une plante qui se trouve alliée aux Ptéridospermées (groupe qui n'a été reconnu et caractérisé que plus tard par OLIVER et surtout par SCOTT en 1904), l'*Æthostesta*, RENAULT a entrevu l'existence possible dans le passé des grains de pollen qui, au lieu d'effectuer la pollinisation au moyen d'un tube vecteur de la cellule mâle, déchargeaient, dans la chambre pollinique de la graine, des anthérozoïdes susceptibles de nager, afin de remplir la fonction de reproduction. Il devançait et prévoyait ainsi, dès 1887, la découverte des anthérozoïdes ciliés des *Cycas* et des *Ginkgo*, que le savant japonais IKENO (né en 1866), devait faire dix ans après.

Dès 1874, BRONGNIART avait publié une étude sur les graines silicifiées trouvées dans le bassin houiller de Saint-Étienne (5) ; on y trouve la description avec de nombreuses planches de graines remarquables, comme les *Cardiocarpus, Rhabdocarpus, Diplotesta, Trigonocarpus, Pachytesta*, dont plusieurs (on l'a prouvé depuis) appartiennent à des Ptéri-

(1) Notice sur un fruit de Lycopodiacées fossiles (*C. Rendus Académie des sciences*, t. LXVII, août 1868).
(2) Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac (*Études des gîtes minéraux de France*, fasc. IV ; *Atlas*, 1893 ; *texte*, 1896).
(3) *Ann. sc. nat.*, 6e série, t. I, p. 220, 1875.
(4) *Ann. sc. nat.*, 5e série, t. XVIII, p. 5, 1873 ; 6e série, t. IV, 277, 1876.
(5) *Ann. sc. nat.*, 5e série, t. XX, p. 234.

dospermées. Ce sont là des faits très intéressants qu'il est équitable de rappeler, car ils font honneur à la science française.

Je ne puis omettre de mentionner ici les innombrables mémoires de BRONGNIART sur la classification, sur la géographie botanique, sur l'organographie : j'en indique, en note, seulement quelques-uns (1).

II. — Rôle de Van Tieghem.

VAN TIEGHEM (1839-1914) n'est pas, comme BRONGNIART, un naturaliste d'origine, élevé au Muséum et dont toute la vie est inséparable de cet établissement ; c'est un peu par accident qu'il est devenu botaniste, car il se destinait à l'enseignement des mathématiques des lycées.

L'histoire de ses débuts dans les sciences naturelles mérite d'être rappelée ici. Élève de l'École Normale supérieure (promotion de 1858), puis Agrégé-préparateur, enfin Maître de Conférences, il eut la bonne fortune d'être un des premiers élèves de PASTEUR. Son maître lui confia l'étude des ferments et de la fermentation de l'urine produite par des Bactéries. Ces organismes étaient alors très peu connus, surtout ignorés en Sorbonne et même à l'Académie des sciences ; ils avaient été cependant soigneusement décrits par EHRENBERG (2), en 1833, au moins morphologiquement ; ce dernier les considérait comme des animaux parce qu'ils sont mobiles. PASTEUR partagea d'abord cette erreur, mais il reconnut avec DAVAINE (1812-1882 son précurseur dans l'étude des Bactéries pathogènes), que la Bactéridie charbonneuse peut se développer en longs filaments et croît comme les plantes ; il soutint, dès lors, que les Bactéries sont des végétaux.

S'appuyant sur cette dernière opinion, PASTEUR n'hésita pas, en 1861, à se présenter à l'Académie des sciences dans la Section de Botanique. Les botanistes le combattirent énergiquement en disant qu'il était chimiste : DUCHARTRE (1811-1894) fut élu. Ce savant estimable n'était pas destiné à avoir la prodigieuse fortune de son concurrent. Cet échec fut pénible à PASTEUR, mais il fut élu en 1862 membre de l'Institut dans la Section de Minéralogie, car il avait plusieurs cordes à son arc (3).

Si je rappelle cet incident, c'est qu'il a eu des conséquences très fâcheuses pour VAN TIEGHEM. Quand il présenta à DUCHARTRE sa thèse « sur la fermentation de l'urée », ce dernier se déclara incompétent pour un travail de chimie ; en réalité, il se trompait, car il s'agissait surtout de physiologie végétale. Le candidat ainsi évincé se résigna à passer deux

(1) BRONGNIART (A.), Nouveau genre de Cycadées (*Ceratozamia*) du Mexique. — Description du nouveau genre *Anomochloa* dans les Graminées du Brésil (*Ann. Sc. nat.*, 3e série, t. XIV, 1850). — Considération sur la flore de la Nouvelle-Calédonie (5e série, t. III, 1865 ; t. VI, 250). — Sur la fécondation des Orchidées, des Cistinées (1re série, t. XXIV), des Asclépiadées (t. XXIV). — Phyllotaxie des fleurs régulières et irrégulières (1re série, t. XXIII). — Pandanées de la Nouvelle-Calédonie (6e série, t. I, 1876). — Monstruosités végétales propres à éclairer la structure du pistil et l'origine des ovules (3e série, II, 1844). — Sur les glandes nectarifères de l'ovule des plantes monocotylédones (4e série, t. II, 1854). — Myrtacées sarcocarpées et sur le genre *Piliocalyx* (5e série, t. III, 1865) (en collaboration avec ARTHUR GRIS, qui était son aide-naturaliste). — Nouvelles recherches sur l'épiderme des végétaux (2e série, t. I, 1834), etc.

(2) EHRENBERG, Die Infusionstierchen als volkommene Organismen, 1833.

(3) COSTANTIN (J.), Aperçu historique des progrès de la Botanique depuis cent ans (1834-1934), un volume de 193 pages 84 portraits de savants, 17 planches, février 1935, Masson. Ouvrage publié à l'occasion du *Centenaire des Annales des sciences naturelles*.

doctorats : l'un de sciences physiques, en 1864 ; l'autre, de sciences naturelles, en 1867. C'est sous l'inspiration de DECAISNE qu'il entreprit ce nouveau travail « sur la structure des Aroïdées » ; cette fois, DUCHARTRE trouva sa thèse très remarquable.

VAN TIEGHEM revint vite aux organismes inférieurs, non seulement aux Bactéries (*Bacillus Amylobacter*, 1877, discussion avec TRÉCUL sur la génération spontanée à laquelle ce dernier croyait encore), mais surtout aux Mucorinées, qui étaient des Champignons inférieurs (moisissures des fumiers) constituant un monde merveilleux, aux formes flexibles et harmonieuses, insoupçonné alors. Ce travail fut commencé (1872) et fini (1875) par lui seul; momentanément il y associa son élève LE MONNIER (1873). Il fut mené avec un brio surprenant; le nombre des genres nouveaux des espèces inédites étonna tout le monde. VAN TIEGHEM se révéla, de plus, comme un très habile manipulateur ; il inventa des chambres humides, qui portent toujours son nom et qui ont été employées dans tous les pays avant la vulgarisation des techniques microbiologiques. Ces belles découvertes devaient le conduire à l'Académie des Sciences (en 1877, à trente-sept ans) et au Muséum (en 1879).

L'influence de PASTEUR a continué pendant quelque temps à se faire sentir sur lui au Muséum : notamment dans deux travaux capitaux sur la Gomme des sucreries (1878) (1) et sur les Bactéries de la Houille (2).

VAN TIEGHEM renonça bientôt à ces études captivantes ; il comprit vite qu'au Muséum il devait être anatomiste : c'est ainsi qu'*il est devenu le Cuvier des végétaux* (3).

Ce n'est pas sans émotion que je mentionne ici un de ses mémoires, admirable petit travail sur l'*Adoxa Moschatellina*, qu'il publia en 1880 (4); j'en parle avec vénération, car il a été le point de départ de ma thèse sur les rhizomes des Dicotylédones (1883), que j'entrepris lorsque j'étais agrégé-préparateur à l'École Normale. Je n'avais pas l'agrégation des sciences naturelles, qui n'existait pas à cette époque (elle fut créée peu après, grâce surtout à BONNIER); j'étais agrégé des sciences physiques comme l'ont été VAN TIEGHEM, PERRIER, DASTRE et BONNIER.

Mais l'action du milieu ne retint que peu de temps VAN TIEGHEM (5) ; au Muséum, ce sont les types stables héréditairement qu'il faut étudier et non les types rendus instables par les variations des conditions de vie. Il se mit résolument à l'étude de l'*Anatomie descriptive* ou de l'*Anatomie comparée,* dont son grand travail sur la racine (de 1871) était déjà le premier type, qui fut suivi des recherches sur les canaux sécréteurs (Ombellifères, 1872 ; Composées, 1883 et 1884, etc.), sur lapolystélie (1886), sur l'origine des radicelles (1886), sur la disposition des racines et bourgeons doubles (1887), sur le réseau sus-endodermique (1887) et surtout le très gros travail qui exigea 660 pages des *Annales*, avec 40 planches et 586 fi-

(1) Avec le *Leuconostoc mesenteroides* qui produit cette matière gommeuse, il a établi avec certitude les affinités des Bactériacées avec les Algues bleues. A l'exemple de Pasteur, VAN TIEGHEM allait chez les industriels et savait tirer parti de leur savoir pratique; il parvenait parfois à perfectionner leur fabrication. Il étudia de même le *Phycomyces nitens* existant chez les fabricants de laque.

(2) Seul VAN THIEGEM, à cette époque, pouvait faire cette géniale découverte. Son aide-naturaliste RENAULT (depuis la mort de BRONGNIART) crut, à tort, qu'il se trompait ; il revint plus tard sur cette opinion et confirma entièrement la découverte de VAN TIEGHEM.

(3) On pourra se reporter pour ce qui suit à la notice des Archives. Voir COSTANTIN (J.) : Philippe Van Tieghem (1839-1914) (*Archives de Muséum*, 6e série, t. II, 19 pages, 1927).

(4) *Bull. Soc. Bot.*, t. XXVII, p. 282, 9 juillet 1880.

(5) Il avait publié dès 1867 : Anatomie de l'Utriculaire commune (*C. Rendus*, 23 décembre 1867, p. 867).

gures (1889, publié avec DOULIOT), traitant de l'origine des membres endogènes. J'abrège, car cette énumération serait interminable.

Dans aucun de ces mémoires ou notes il n'est question (sauf accidentellement) de systématique. Ce fut cependant une des originalités de VAN TIEGHEM de penser à *appliquer l'Anatomie à la classification.* Personne avant lui n'avait pensé, sinon vaguement, que les caractères de structure définissent les plantes aussi bien (parfois mieux) que ceux de la fleur; ces derniers avaient été exclusivement employés par les classificateurs jusqu'alors. Certes, l'anatomie n'a pas détrôné la morphologie florale; mais qui chercherait aujourd'hui à classer une plante sans couper ses organes végétatifs et même ses fleurs ? Cette application de l'anatomie à la systématique est donc une partie fondamentale de l'œuvre de VAN TIEGHEM. Il a entraîné à sa suite une légion de travailleurs qui forment une école anatomique de botanistes français, faisant grand honneur au Muséum et à la France.

C'est surtout de 1890 à 1909 que VAN TIEGHEM a publié ces mémoires si nombreux qui l'ont conduit à remanier d'une manière peut-être un peu trop subversive la classification générale des Phanérogames. On lui a reproché des rapprochements inattendus et la création de trop de familles nouvelles. Il a voulu introduire hâtivement ses réformes dans l'enseignement des lycées, du P. C. N., même de la licence par ses *Éléments de Botanique,* qui ont paru en 1886 ; la cinquième édition, revue et corrigée par moi, en 1918, est complètement épuisée et introuvable comme les autres ; cela indique donc que, malgré son caractère savant, cet ouvrage a eu un grand succès.

Une autre œuvre presque aussi importante que l'Anatomie appliquée à la classification est celle qui se rapporte aux plantes parasites (Loranthacées, Gui et plantes voisines). Il a creusé cette question avec une ardeur incroyable : non seulement il a étudié toutes les plantes vivantes de ce groupe existant en Europe, mais il s'est fait envoyer des herbiers considérables de tous les points du globe, surtout de Java par son ami TREUB et d'Australie, par Ferdinard MÜLLER. En souvenir du dévouement absolu de ce dernier, il lui a consacré, lors de la mort, une belle notice (1), faible témoignage de sa reconnaissance. Il a publié quarante-sept notes sur ces Loranthacées ; toutes ont paru de 1893 à 1898, traitant uniquement cette seule question. L'effort a été trop intense, sans doute, car il n'a pas publié la synthèse de cette œuvre, dont il m'a si souvent parlé au début de cette période ; mais, vers la fin, le courage lui a manqué, parce que l'œuvre était trop grande, et il a peut-être senti ses forces décliner ; je crois cependant plutôt qu'il s'est laissé séduire par des travaux nouveaux, car, de 1898 à 1914 (il est mort en 1914), il a encore publié d'une manière intense. Néanmoins, et malgré cette pseudo-défaillance, il a pu résumer ses idées maîtresses dans son grand mémoire sur *l'œuf des plantes considéré comme base de la classification* (2).

Je vais essayer d'extraire de tous ces travaux quelques conceptions directrices, idées générales susceptibles d'intéresser la plupart des naturalistes. VAN TIEGHEM a d'abord

(1) VAN TIEGHEM, Notice sur Ferdinand Müller (*Bull. du Muséum,* 1896, p. 304). C'est ainsi qu'il a pu étudier la Nuytsie floribonde, *qui n'est plus parasite,* qui pousse sur la côte austro-occidentale d'Australie, dont MÜLLER lui envoya des matériaux précieux qui lui permirent d'étudier ses ovules si curieux. Au lieu d'être une petite plante comme le Gui et la plupart des Loranthacées, c'est un grand arbre, se dressant sur un gros rhizome rameux.

(2) *Ann. sc. nat.,* 8e série, t. XIV, p. 213, novembre 1901.

montré que les Loranthales ou Inovulées renferment trois types : 1° des Dialypétales [non parasites (les Nuytsiacées), d'autres parasites (Treubellacées et Loranthacées)] ; 2° des Gamopétales [parasites (Élythranthacées), non parasites (Gaiadendracées)] ; 3° des Apétales [toutes parasites (Arceuthobiacées, Ginalloacées, Hélosacées, Balanophoracées)]. Il résulte de l'ensemble de cette étude que le parasitisme est prédominant dans ces groupes et qu'il dégrade les plantes ; les Apétales le sont beaucoup plus que les Dialypétales et Gamopétales. Des Nuytsiacées et les Gaiadendracées sont *supérieures, parce qu'elles ont abandonné la vie parasitaire*. L'ovule, absent dans tout le groupe, tend à y réapparaître, car *il y a des ovules rudimentaires* dans ces deux types.

Ceci s'accorde avec les remarques si intéressantes de GUIGNARD, faites après son étude sur les *Santalum* : « Chez les Loranthacées, on remarque une dégradation profonde qui porte principalement sur les ovules. Le parasitisme, ajoute-t-il, s'accompagne d'une infériorité qui affecte des organes que leur nature semblerait devoir soustraire, plus que toute autre partie de la plante, à son influence. » La fleur, regardée par beaucoup de botanistes comme l'organe héréditaire par excellence, subit donc l'action déprimante de la vie parasitaire. Cette conception est profonde ; elle s'applique aux plantes sans pétales comme aux plantes pétalées. Beaucoup de savants pensent que les recherches sur le parasitisme couronnent dignement l'œuvre de VAN TIEGHEM.

En prenant sa retraite (en avril 1914), VAN TIEGHEM a légué à ses successeurs une collection de 20 000 préparations microscopiques faites en étudiant des plantes appartenant à toutes les familles de végétaux vasculaires. Il a prouvé ainsi, contrairement à ce qu'on a parfois prétendu, que sa chaire était à collections. Ces coupes ont été classées par M. GUILLAUMIN, qui était alors sous-directeur de la chaire d'Organographie, dont je venais d'être nommé professeur, en 1919, quand j'ai quitté le service de la Culture.

Aperçu général et récents progrès de L'Anatomie comparée des végétaux fossiles et vivants

Par A. LOUBIÈRE

Cette branche des Sciences naturelles, qui est aussi complexe qu'étendue, correspond à l'étape la plus avancée de l'évolution de la Morphologie, puisqu'elle consiste dans l'art de saisir les traits d'organisation des plantes éteintes jusque dans leurs replis les plus cachés, pour établir les ressemblances ou les différences qui les rapprochent ou les éloignent des êtres vivants, puisqu'elle s'adresse à la fois aux méthodes d'observation et d'expérimentation, puisqu'elle fait enfin succéder la synthèse à l'analyse.

Son étude ne peut se faire avec succès qu'en faisant appel non seulement à l'Anatomie proprement dite, tant statique que dynamique, à l'Histologie et à l'Embryologie, mais à la Biologie, à la Systématique et à la Stratigraphie, qui sont également indispensables pour l'intelligence de la structure, de la vie et de l'origine de la plante ; disciplines qui s'éclairent et s'expliquent mutuellement.

Si les végétaux disparus nous fournissent des interprétations nouvelles, ainsi que de précieuses indications pour compléter l'étude des végétaux vivants, d'un autre côté, la connaissance de ces derniers est indispensable pour observer avec soin les premiers. La Botanique fossile et la Botanique moderne ne se morcellent pas : elles forment un ensemble, constituent un tout, et que celui qui veut se rendre compte de l'harmonie établie dans le monde infiniment varié des plantes a le devoir de connaître.



Lorsqu'on interroge les ruines des flores anciennes, on est toujours exposé à souffrir de l'encombrement résultant du nombre sans cesse grandissant des documents souvent défectueux. Et, en raison même de la portée des théories que les naturalistes édifient

sur les « médailles de la création », on comprend toute la gravité des erreurs dans leur appréciation, et combien il faut se garder de leur attribuer une importance supérieure à leur signification réelle. C'est un motif de plus pour fixer exactement le choix des matériaux étudiés; car, pour être logique et vraiment utile, toute science, quelle qu'elle soit, doit refléter fidèlement le degré de connaissance qu'on possède sur les symboles qu'elle sert à désigner.

La Paléontologie végétale, qui a repris sa véritable place dans le cadre des sciences purement botaniques, ne consiste plus, aujourd'hui, comme au temps de son enfance, dans l'étude superficielle des empreintes. Pour justifier, en effet, la détermination de ces vestiges, on ne peut faire valoir autre chose seulement que les caractères vagues, incertains et parfois très lointains tirés de la forme extérieure des végétaux dont ils proviennent. Or, les caractères externes, dont l'extrême variabilité peut dépendre, on le sait, des conditions spéciales du développement, de l'âge, de l'état pathologique, etc., du sujet étudié, sont des causes d'erreur considérables et nombreuses, indiquées depuis longtemps, avec insistance, dans les traités classiques. Ni la taille, ni la forme, ni la nervation des feuilles, en particulier, n'ont rien de caractéristique, et leur étude ne saurait avoir une bien grande valeur pour la Systématique. La distinction des plantes est essentiellement basée sur les dispositions morphologiques des organes reproducteurs et en grande partie des graines.

Que dirait tout botaniste au sujet de la prétention de distinguer, par exemple, d'après les feuilles, les genres *Myrtus* et *Eugenia* (Myrtacées), les genres *Asarum* (Aristolochiacées) et *Protorrhipis asarifolia* (Dictyoptéridée liasique) ; d'après la forme et la grandeur, les graines stéphaniennes du *Samaropsis* (Cordaïspermes) et du *Leptotesta* (Ptéridospermes), etc. Entraîné par cette force énervante de la « coutume », paralysant toujours les efforts, n'assigne-t-on pas encore, aujourd'hui, d'après les empreintes, à la période paléozoïque la désignation d' « ère des Cryptogames vasculaires », ou des Exoprothallées !... Définition étrange, et dont l'avenir sourira.

Voilà qui en dit long sur le peu de confiance qu'on peut avoir dans la détermination des empreintes végétales. Sans doute, rejeter absolument ces matériaux à cause de leur imperfection serait excessif, car tout document possède sa valeur propre. Mettre en lumière cette valeur doit être le but de celui qui le décrit.

Parmi toutes les manifestations sur lesquelles se fonde la connaissance approfondie des êtres organisés, il est de toute évidence que les attributs internes sont les plus importants. Par leur constance et leur supériorité, ils constituent les éléments les plus sûrs de différenciation des individus, respectent toutes les relations de parenté et impriment aux groupes d'ordre quelconque leur véritable génie. D'où la nécessité de recourir aux végétaux fossilifères à tissus minéralisés, qui fournissent, les seuls, des moyens d'investigation précis et permettent d'apporter de la rigueur là où il n'y a que l'à-peu-près, de mettre des certitudes là où on ne recueillait que des impressions. Au surplus, ils ont le très grand avantage de donner à la fois une orientation vraiment scientifique aux recherches et une hypothèse de travail qui s'est révélée exceptionnellement féconde.

N'est-ce pas, notamment, en étudiant des coupes exécutées dans des *coal-balls*, ou nodules dolomitiques d'Angleterre, que les Fougères paléozoïques, ou du moins la majeure

partie d'entre elles, furent reconnues par OLIVER et SCOTT (1), — il y a un peu plus de trente ans, — comme ayant porté des graines ?

Les PTÉRIDOSPERMES ou *Fougères à graines*, dont la découverte inattendue est une des plus considérables qu'ait enregistrées l'histoire de la Botanique générale, n'étaient donc pas des Fougères véritables, c'est-à-dire des Exoprothallées, mais des Endoprothallées.

J'ajoute que ce n'étaient pas non plus des Gymnospermes où on les avait primitivement incorporées.

L'étude plus attentive de ces curieuses plantes paléozoïques est venue, en effet, me montrer la nécessité, par la constatation toute différente de la structure très élevée de leurs appareils sexués femelles, aussi nombreux que diversifiés, de créer, pour elles, un nouveau cadre dans la classification générale du règne végétal. Elles constituent un groupement distinct des Phanérogames actuelles. Groupement qui, d'après les caractères tirés des différents degrés de la concrescence du nucelle, organe essentiel de l'ovule, avec le tégument, comprend maintenant trois séries, nettement circonscrites et très hétérogènes : les ACROCARYALES, les MÉSOCARYALES et les NERTOCARYALES (2).

Ces Ptéridospermaphytes étaient-elles enfin des Siphonogames ou des Zoïdogames ?

Chez le *Coleospermum*, Mésocaryale qui existait déjà vers le début de l'époque stéphanienne, la fécondation était aquatique, au lieu d'être aérienne comme chez les Endoprothallées vivantes (3).

Dans la marche du phénomène de la *zoïdogamie coléospermienne*, il est très remarquable de constater qu'il y avait :

1° Captation des anthéridies à l'intérieur même de l'ovule, grâce à la présence d'un appareil collecteur et nourricier des microspores, d'un véritable stigmate sessile (*sn*), émané de l'épiderme nucellaire (*epn*) et placé exactement au-dessous du lumen micropylaire, dans l'espace considérable laissé entre la coque séminale et le nucelle.

2° Suppression chez les anthéridies (*m*) du rôle vecteur du tube pollinique et du rôle fixateur des crampons protoplasmiques, contrairement à ce qui arrive chez toutes les Endoprothallées actuellement connues, c'est-à-dire chez les Siphonogames et le *Gingko*.

3° Déhiscence des anthéridies isolées, laissant échapper des cellules anthéridiennes (*c*), au nombre de deux très vraisemblablement, et contenant chacune deux anthérozoïdes ;

(1) OLIVER et SCOTT, On *Lagenostoma Lomaxi*, the seed of *Lyginodendron* (*Proc. Roy. Soc., London*, t. LXXI, 1903, et t. LXXIII, 1904) ; On the structure of the palæozoic seed *Lagenostoma Lomaxi*, with a statement of the evidence upon witch it is referred to *Lyginodendron* (*Phil. Trans. Roy. Soc., London*, t. CXCVII, B, 1904).

Cf. également : KIDSTON, On the fructification of *Nevropteris hererophylla* Brgnt. (*Phil. trans. Roy. Soc., London*, CIIIC, B, 1904). — DAVID WHITE, The seeds of *Aneimites* (*Smith. Miscell. Collect.*, t. XLVII, 1904). — GRAND'EURY, Sur les graines des Névroptéridées (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXIX, 1904) ; Sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Pluckeneti* Schlot. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXL, 1905). — HALLE, Some seed-bearing pteridosperms from the Permian of China (*K. Svensk. Vetenskapsakad.* HAND 6, (3), n° 8). — A. LOUBIÈRE, Étude anatomique et comparée du *Leptotesta Grand'Eury* gen. nov., sp. nov. (Graine silicifiée du *Pecopteris Pluckeneti* Schlotheim). (*Rev. Gén. de Botanique*, t. XLI, 1929) ; Sur les graines et les feuilles stipales associées à *Odontopteris obtusa* dans le terrain carbonifère de Carmaux. (*Rev. Gén. de Botanique*, t. XLII, 1930) ; Anatomie comparée d'un nouveau genre de Radiospermées. (*Rev. Gén. de Botanique*, t. XLIII, 1931) ; Sur la structure d'une nouvelle Coléospermée : le genre *Sphaerospermum* Brgnt. (Loub.) (Graine probable d'un *Callipteridium*) (*Ann. Sc. Nat.*, 10e sér., t. XV, 1933).

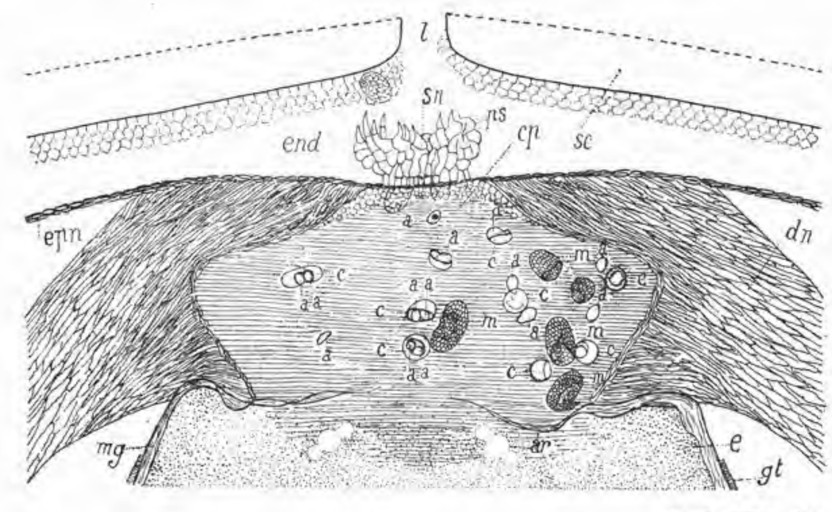
(2) A. LOUBIÈRE, Classification des Ptéridospermes, fondée sur l'anatomie comparée de leurs seules graines (*Bull. Soc. bot. de France*, t. LXXX, 1933).

(3) A. LOUBIÈRE, Sur la découverte de l'existence de la zoïdogamie et du caractère stigmaté intraovulaire chez le *Coleospermum* Loub (Ptéridosperme-Mésocaryale) (*LXVIIe Congrès des Sociétés Savantes*, 1934).

puis dissémination des éléments fécondateurs mâles (*a*) dans le liquide mucilagineux aqueux, exsudé par le conceptacle : cavité entièrement close et creusée dans le tissu spécial, admirablement conservé, du dôme nucellaire (*dn*).

Ce sont là des notions embryogéniques et anatomiques qui diffèrent de tout ce qui est actuellement connu, jusqu'à présent, dans le monde des Végétaux vivants et fossiles.

Un organe aussi hautement différencié que la graine ptéridosperme, centre mystérieux



(A. Loubière, del.)

Zoïdogamie et caractère stigmaté intraovulaire chez le *Coleospermum stephanense* Loub.

Coupe longitudinale de la région supérieure de l'ovule complètement développé et passant par l'axe hilo-micropylaire : *sc*, sclerotesta, réduit à la zone fibreuse interne (la taille a détruit ici la couche moyenne palissadique et la zone externe) ; *l*, lumen tégumentaire ; *end*, endotesta ; *dn*, dôme du nucelle, libre latéralement et en bas d'avec l'épiderme *epn* et la paroi *mg* très épaisse de la mégaspore ; *ar*, archégone ; *gt*, gaine trachéale ; *e*, endosperme ; *cp*, chambre anthéridienne creusée dans le tissu spécial du dôme et remplie d'un liquide aqueux, où s'opère la déhiscence de l'anthéridie *m* ; *c*, cellule anthéridienne ; *a*, anthérozoïde ; *sn*, stigmate nucellaire ; *ps*, papilles stigmatiques.

de la vie de la plante, ne fournit-il pas de meilleurs indices d'affinités que le corps végétatif correspondant relativement simple et uniforme ?

En dernière analyse, le *Coleospermum stephanense* Loub. était une Phanérogame zoïdogame. C'est un cas intermédiaire entre les Ptéridophytes et les Spermaphytes contemporaires.

Ces conquêtes récentes, couronnant une série de recherches longuement poursuivies, jettent une nouvelle lumière sur les caractères des Ptéridospermes.



Mais, nul n'ignore les difficultés que présente la détermination des rapports anatomiques des plantes disparues avec les êtres vivants : la rencontre assez rare des débris de végétaux pétrifiés et singulièrement fragmentaires, l'état d'altération plus ou moins grand de leurs tissus, le raccordement des divers membres et organes toujours dissociés et incomplets d'un même individu, l'exécution toujours très délicate des préparations dans plusieurs directions déterminées, comme on y est surtout obligé pour les graines, souvent très

petites, et qu'une différence d'épaisseur d'un dixième de millimètre ne permettrait plus d'observer, etc., sont autant d'obstacles d'ordre matériel qui peuvent arrêter ou dérouter même complètement le chercheur. Moins heureux à cet égard que le naturaliste, qui n'étudie seulement que les êtres vivants, le paléoanatomiste n'est pas toujours maître et de ses récoltes et de ses observations. D'autre part, plus on remonte dans la succession des formations géologiques, vers les premiers terrains, plus les végétaux que l'on y rencontre diffèrent de ceux qui font l'objet des études habituelles, et plus les analogies deviennent ainsi difficiles à établir. Les plantes les plus anciennes sont cependant les plus intéressantes, par les conséquences qu'elles entraînent. Ce sont elles donc qui méritent le plus d'attirer l'attention de l'anatomiste, qui a parfois la bonne fortune de découvrir des nouveautés morphologiques susceptibles de faire mieux interpréter la Nature actuelle.

En bref, l'Anatomie comparée, en pénétrant dans l'intimité même des tissus des végétaux fossiles et vivants, tient compte de toutes les affinités. Appuyée sur les plus hautes considérations de philosophie naturelle et surtout sur des faits d'une authenticité irrécusable, elle engage le botaniste professionnel dans la voie qui doit le conduire « jusqu'au bout des choses, si les choses ont un bout », comme parle FONTENELLE.

Source : MNHN, Paris

Chaire
de
Physique végétale

(Chaire supprimée en vertu du décret du 22 juin 1934.)



Maquenne

L'extraction des hétérosides
par l'éther saturé d'eau

Par M[lle] A.-M. COLLOT

Différents auteurs ont, dans ces dernières années, tenté l'extraction des hétérosides en épuisant des organes végétaux dans une allonge de Soxhlet par l'éther saturé d'eau.

C'est ainsi que M. BRIDEL et M. C. CHARAUX (1) obtiennent le franguloside et le frangularoside de l'écorce de Bourdaine ancienne ou récente. Puis MM. C. CHARAUX et J. RABATÉ (2) préparent l'isosalipurposide de *Salix purpurea* L., et M[lle] A. CRAMER (3) extrait très facilement le phlorizoside de l'écorce de Poirier.

Il nous a paru intéressant d'étudier cette méthode, de rechercher les principes qui la régissent, ses avantages et ses applications.

Principe de la méthode. — Dans la plante, nous trouvons des protides et des sels insolubles dans l'éther, des lipides, des cérides, de la chlorophylle, qui y sont très solubles, et les glucides. Parmi ces derniers, seuls les hétérosides se dissolvent.

On peut se demander s'il y a entraînement des hétérosides par les corps plus solubles ou si l'hétéroside est dans un autre état chimique. Il semble plus logique d'admettre une solubilité très faible, il est vrai, mais indéniable, des hétérosides dans l'éther hydraté.

Solubilité des hétérosides dans l'éther saturé d'eau. — L'étude de cette solubilité nous permet de rechercher l'influence de l'ose et celle du groupement prosthétique de l'hétéroside.

Influence de l'ose. — La nature de l'ose influe légèrement : les pentosides semblent plus solubles que les hexosides et, parmi ces derniers, les glucosides plus que les galactosides.

(1) M. BRIDEL et C. CHARAUX, *Bull. Soc. chim. biol.*, 1931, t. XIII, p. 7 et 11 ; 1933, t. XV, p. 648.
(2) C. CHARAUX et J. RABATÉ, *C. R. Acad. Sc.*, 1933, t. CXCVI, p. 816.
(3) M[lle] A. CRAMER, *Thèse doctorat Université de Paris*, 1933.

L'isomérie d'un même sucre peut agir considérablement ; ainsi nous pourrons dissoudre 1gr,8 d'éthylarabinoside α par litre d'éther hydraté et seulement 0gr,138 d'éthylarabinoside β. Le nombre des oses joue un rôle important : les monohétérosides sont en général solubles dans l'éther ; les dihétérosides le sont très peu. C'est ainsi qu'on extrait facilement le salipurposide, monoglucoside du naringétol, et le quercitroside, monorhamnoside du quercétol, alors qu'on ne peut préparer par cette méthode le naringoside et le rutoside, dihétérosides des mêmes aglycones.

L'estérification d'une fonction alcoolique du sucre augmente la solubilité : le populoside et le saliréposide sont plus solubles que leurs dérivés débenzoylés : salicoside et débenzoylsaliréposide.

La position de la liaison hétérosidique influe également : les glucosides de l'alcool salicylique n'ont pas la même solubilité : le salicoside est moins soluble que le salicylglucoside β.

Influence du groupe prosthétique. — Les grandes différences de structure de ces groupements rendent leur influence difficile à déterminer. Cependant la solubilité de l'hétéroside dans l'éther saturé d'eau semble suivre, dans une certaine mesure, le coefficient de solubilité de l'aglycone dans la phase éthérée en présence d'eau : l'émodol, l'anthraquinone et les flavones, très solubles dans l'éther et presque insolubles dans l'eau, fournissent des hétérosides solubles dans l'éther hydraté.

L'isomérie de constitution peut avoir une influence considérable : l'isosalipurposide est dix fois plus soluble que le salipurposide.

Mode opératoire et applications. — De nombreux essais d'extraction ont été tentés. Le mode opératoire est le suivant :

Cinquante grammes d'organes végétaux secs et réduits en poudre sont placés dans une allonge de Soxhlet. Ils sont épuisés pendant six heures par 250 centimètres cubes d'éther saturé d'eau. Après deux heures environ, des cristaux commencent à apparaître dans le fond du ballon ; ils continuent à se déposer au cours de l'opération, et leur quantité augmente encore par refroidissement. Après un repos de quelques heures, on recueille l'hétéroside, on le lave à l'éther et on le fait sécher dans le vide. Les cristaux obtenus sont presque purs, et une seule cristallisation suffit en général.

Nous avons ainsi obtenu très facilement le quercitroside de l'écorce de Quercitron et des pétales de Roses de Provins, l'amygdonitrile-glucoside des écorces de Pêcher.

Enfin, appliquée à la recherche des hétérosides sur des plantes non étudiées jusqu'à présent, cette méthode a donné, avec les écorces et les feuilles de Noisetier ainsi qu'avec les feuilles de *Cercis silicastrum*, des hétérosides flavoniques que nous étudions actuellement.

Avantages de la méthode. — Les conditions expérimentales sont peu favorables aux réactions chimiques : nous employons un solvant neutre et nous opérons à une température peu élevée, celle de l'ébullition de l'éther ; la cristallisation a lieu dans le ballon, et le produit

est très pur, ce qui supprime les traitements par l'alcool bouillant et les défécations, qui changent la réaction du milieu et peuvent provoquer des décompositions et des isomérisations. C'est ainsi que M. HÉRISSEY (1) a, par les méthodes courantes, extrait des feuilles de Laurier-Cerise le prulaurasoside ; par lixiviation à l'éther, nous avons obtenu un isomère du précédent, l'amygdonitrileglucoside, en quantité importante : 1^{gr},2 pour 100 grammes de feuilles sèches. Nous pensons que cet hétéroside existe dans les feuilles de Laurier-Cerise comme dans les écorces des jeunes pousses et que l'action de la chaleur suffit à l'isomériser en prulaurasoside.

(1) H. HÉRISSEY, *Journ. pharm. chim.*, 1906, t. XXIII, p. 5.

Sur l'existence d'un "Glucose naissant"

Par J. RABATÉ

On sait que le glucose, sous l'influence des ferments, peut se combiner soit avec des alcools, soit avec lui-même, pour former des hétérosides d'alcool ou des holosides, comme le gentiobiose, le cellobiose.

Em. Bourquelot, M. Bridel et M. H. Hérissey ont longuement étudié ces phénomènes de réversibilité fermentaire, et ces auteurs pensent qu'il est possible d'expliquer ainsi les synthèses des holosides ou des hétérosides chez les végétaux.

Il faut remarquer, cependant, que les conditions de synthèse jusqu'ici utilisées ne sont pas compatibles avec la vie, par la concentration des solutions ou le caractère nocif des alcools employés.

Un phénomène diastasique que j'ai mis récemment en évidence (1) permet de pallier aisément aux critiques que l'on peut adresser aux phénomènes de reversibilité diastasique et d'expliquer la synthèse d'hétérosides d'alcools et, peut-être également, celle des holosides, dans des conditions voisines de la vie cellulaire.

Nous exposerons succinctement les expériences qui conduisent à ces résultats ; les faits découverts tendent à faire penser que le glucose se présente, au cours de sa formation par hydrolyse fermentaire, en un état spécial que j'ai nommé *glucose naissant.* Sous cette forme, il est très actif et permet d'effectuer des synthèses par voie biochimique avec d'excellents rendements.

Mise en évidence de ce phénomène.

1° *Hydrolyse du salicoside par l'émulsine.* — Le salicoside (I) résulte de l'union du glucose et du saligénol par la fonction phénolique de ce dernier.

(1) J. Rabaté, Contribution à l'étude biochimique des Salicacées (*Thèse doctorat ès sciences,* Paris, 1934).

CH^2OH / $OC^6H^{11}O^5$ (I) $\quad$ $CH^2O - C^6H^{11}O^5$ / OH (II)

Le salicoside est hydrolysable par les acides dilués, ou mieux, par l'émulsine des amandes : il fournit du glucose et du saligénol.

Em. BOURQUELOT et M. H. HÉRISSEY (1) ont tenté d'effectuer la synthèse du salicoside en faisant réagir le glucose sur le saligénol, en solution concentrée, en présence d'émulsine : dans ces conditions, ce n'est pas le salicoside qui se forme, mais le salicylglucoside β (II), dans lequel le glucose est relié au saligénol par la fonction alcool primaire de celui-ci. Cependant, il faut remarquer que l'équilibre ne correspond qu'à un pourcentage très faible de salicylglucoside β, si nous effectuons la réaction en un milieu d'une concentration de 2 à 5 p. 100.

2° *Hydrolyse du salicoside par la poudre fermentaire de feuilles de* Salix purpurea *L.* — Cette poudre fermentaire se prépare en épuisant rapidement par de l'alcool la poudre de feuilles sèches de *Salix purpurea* L. La poudre fermentaire ainsi obtenue est privée des glucides et des produits qui pourraient gêner les dosages ultérieurs ; elle hydrolyse très rapidement les glucosides de phénols, comme le salicoside, le picéoside et très lentement les glucosides d'alcool, comme le salicylglucoside β, le méthylglucoside β.

Que se passe-t-il si nous remplaçons, pour hydrolyser le salicoside, l'émulsine par cette poudre fermentaire ?

a. La poudre fermentaire hydrolyse *entièrement* les glucosides de phénols, comme le picéoside, glucoside β de la para-oxyacétophénone.

b. Si nous effectuons, au moyen de ce produit, l'hydrolyse du salicoside, nous constatons que celle-ci *n'est pas complète :* en effet, il y a un léger déficit dans la teneur finale en sucre réducteur.

Effectuons l'hydrolyse de 10 grammes de salicoside par ce produit fermentaire. Au bout de dix-neuf jours, les deux tiers seulement du salicoside ont subi l'hydrolyse normale en glucose et en saligénol ; le dernier tiers du salicoside s'est transformé en salicylglucoside β, que nous avons facilement isolé.

c. L'hydrolyse du salicoside par l'émulsine, dans ces conditions, fournit la quantité presque théorique de glucose et de saligénol, la synthèse du salicylglucoside β étant tout à fait négligeable.

d. Si nous plaçons du saligénol et du glucose en présence de poudre fermentaire, il ne se produit pas de synthèse de salicylglucoside β.

Il n'est donc pas possible d'expliquer la synthèse considérable de salicylglucoside β observée au cours de l'hydrolyse du salicoside par la seule considération des phénomènes de réversibilité fermentaire.

Supposons que « le glucose, produit au cours de l'hydrolyse du salicoside, soit sous une

(1) EM. BOURQUELOT et H. HÉRISSEY, *Journ. pharm. et chim.*, p. 7-8, t. XLIX, 1913.

forme spéciale que nous nommerons *glucose naissant.* En présence d'une ase contenue dans la poudre fermentaire de feuilles de *Salix purpurea,* il réagit avec intensité sur la fonction alcool primaire du saligénol et donne naissance à une quantité importante de salicylglucoside β ».

L'étude de cette réaction va justifier cette hypothèse.

Étude de la réaction. — Abandonnons le système étudié plus haut, car il présente de nombreux inconvénients, dûs, surtout, à ce que le salicylglucoside β est réducteur : les dosages sont difficiles à interpréter.

Le picéoside, cité plus haut, est rapidement hydrolysé par la poudre fermentaire : son hydrolyse est complète, sans réactions secondaires, car le picéol n'apporte pas, comme le saligénol, de fonction alcool primaire susceptible de réagir.

Si nous ajoutons un alcool au cours de l'hydrolyse du picéoside (alcool méthylique, par exemple), on constate que la réaction est déviée. Il se forme des quantités importantes de méthylglucoside β, et l'expérience montre que seul est utilisé, pour la synthèse, le glucose qui sera libéré par l'hydrolyse : le glucose déjà libéré ne se combine plus à l'alcool ; il a acquis la forme ordinaire, peu apte à réagir.

Si nous étudions de plus près ces phénomènes, nous constatons qu'ils sont régis par deux équilibres chimiques :

ALcool méthylique p.100 (en cm3)
Emulsine sur glucose en alcool méthylique
Méthylglucoside formé (p.100 de picéoside hydrolysé)

Un équilibre réversible : glucose naissant + alcool ⇄ glucoside d'alcool + eau ;

Un équilibre irréversible : glucose naissant → glucose (α + β).

Le glucose ordinaire ne fournit aucune synthèse : il est indispensable que le glucose se forme dans le milieu en présence de l'alcool sur lequel il réagira et de la poudre fermentaire qui catalyse cette réaction.

Nous n'avons pu établir les équations de van t' Hoff, car nous observons la résultante de deux équilibres, et les mesures ne présentent pas une précision suffisante ; néanmoins, le réaction obéit à la loi générale de Le Chatelier sur le déplacement de l'équilibre : une plus forte proportion de glucose naissant ou d'alcool favorise la formation de glucoside d'alcool ; il se produit, au contraire, une moindre synthèse par addition d'eau ou de glucoside d'alcool au milieu réactionnel.

Si l'alcool employé est l'alcool méthylique, on observe, en faisant varier le taux de cet alcool, l'équilibre représenté sur le graphique suivant par la courbe inférieure, la courbe supérieure indiquant l'équilibre entre le glucose ordinaire et l'alcool méthylique en présence d'émulsine.

Ces deux courbes sont très différentes : dans le cas des expériences faites avec le glucose naissant, la synthèse du méthylglucoside β est beaucoup plus intense; ainsi, dans un milieu renfermant 3 p. 100 d'alcool méthylique, 57 p. 100 du glucose libéré par l'hydrolyse du picéoside sont transformés en méthylglucoside β, alors que l'équilibre en présence d'émulsine ne correspond qu'à 6 p. 100 de synthèse. Pour une teneur en alcool méthylique de 30 p. 100, la synthèse atteint déjà 95 p. 100 pour la poudre fermentaire de *Salix purpurea*.

Les équilibres sont donc très différents : le glucose et les ferments ne sont pas les mêmes. D'ailleurs, on peut remplacer l'alcool méthylique par d'autres alcools primaires, la poudre de feuilles de *Salix purpurea* par la poudre de feuilles de Poirier. Ce phénomène paraît donc assez général et, s'il ne permet pas d'expliquer la synthèse des hétérosides de phénol, du moins explique-t-il la synthèse des hétérosides d'alcool dans les tissus végétaux, le rendement de la réaction étant excellent dans des conditions fort compatibles avec la vie de la cellule.

Nous avons vérifié que la poudre fermentaire agit, ainsi que la plupart des ases, comme un catalyseur : l'addition d'une plus grande quantité de ferment, l'action de températures variables ne changent pas l'état d'équilibre ; seule, la vitesse change.

La plupart des réactions biologiques qui concernent le métabolisme des sucres doivent mettre en jeu des glucides sous la forme naissante que nous avons pu saisir dans le cas de l'hydrolyse des phénolglucosides β. Ceci expliquerait, peut-être, les difficultés que rencontrent beaucoup de chercheurs dans des synthèses biochimiques de glucides plus complexes. Des essais en cours nous montreront si la généralisation de ce phénomène peut être tentée.

De plus, les ases qui effectuent ces réactions sont insolubles dans le milieu, et on doit considérer qu'il existe deux ferments dans la poudre de feuilles de *Salix purpurea* : une *phénolglucosidase* β qui hydrolyse de façon irréversible l'hétéroside de phénol, et une *alcool glucosidase* β qui effectue très rapidement la synthèse de l'alcool glucoside en présence de glucose naissant et qui provoque ensuite une lente hydrolyse de l'alcool glucoside β ainsi formé.

Ces deux propriétés, insolubilité dans le milieu où s'effectue la réaction, et grande vitesse de synthèse pour une hydrolyse très lente, ont déjà été constatées pour d'autres ferments, comme la lipase du Ricin.

Quelle est la nature du glucose naissant, ainsi mis en évidence ? On sait que, dans la molécule des hétérosides β, le glucose existe sous forme d'un β-*pyranose*. Il est probable qu'au cours de l'hydrolyse il n'y a qu'une modification transitoire de la structure spatiale du glucose, le glucose stable, ordinaire, étant également un β-*pyranose*.

Des recherches sont poursuivies : elles apporteront peut-être une solution à l'étude de ces phénomènes.

Un Glucoside nouveau de *Betula alba* L.
Le *bétuloside* et son aglycone, le *bétuligénol*

Par A. SOSA

Dans des travaux antérieurs (1), j'ai établi le mode d'extraction et quelques propriétés d'un hétéroside inconnu avant nos recherches, isolé des écorces de *Betula alba* L. et qui a été désigné, pour rappeler son origine, sous le nom de *bétuloside*. Par hydrolyse, il donne une molécule de *d*-glucose et une molécule d'un phénol-alcool nouveau, le *bétuligénol*. Nous allons résumer l'état actuel de nos connaissances à ce sujet.

I. — Le bétuloside.

La méthode biochimique de Bourquelot (1906) nous a d'abord permis de déceler, dans les divers organes du végétal, traités à l'état frais et en diverses saisons, l'existence d'un ou plusieurs principes hydrolysables par l'émulsine.

Extraction. — On épuise les écorces fraîches par l'alcool bouillant ; après évaporation de ce dernier, on filtre pour éliminer le bétulol (bétuline) ; le liquide filtré est agité avec de l'éther. La solution aqueuse est purifiée par deux défécations successives : magnésienne et plombique. Le liquide concentré à consistance de sirop laisse déposer des cristaux de bétuloside que l'on sépare par filtration. Ce procédé rend tout à fait inutile l'emploi peu commode de l'ester acétique. Il suffit généralement d'une cristallisation dans l'alcool absolu, ou tout au plus d'une autre dans l'eau, pour obtenir le bétuloside pur. Le rendement est de 1 à 2 p. 1 000.

Propriétés physiques. — C'est une poudre blanche, anhydre, qui se présente au microscope cristallisée sous forme de tablettes incolores ; elle est peu dense, inodore, de saveur amère, lévogyre.

Point de fusion. { Méthode au bloc de Maquenne : P. F. = + 187°.
— au capillaire : P. F. = + 190° (corr.).

(1) *C. R. Acad. Sc. de Paris*, t. CXCVI, p. 1827, 1933 ; *Revista de la Academia de Ciencias de Madrid*, t. XXXI, p. 81-99, 1934

Pouvoir rotatoire spécifique (en solution aqueuse) :

$$\left.\begin{array}{l} l = 5 \text{ dm.} \\ v = 50^{cc},1 \end{array}\right\} \begin{array}{l} p = 0^{gr},792 \,;\; \alpha = -\,3^{\circ}30' \,,\; [\alpha]_{D}^{18} = -\,44^{\circ}2_{7} \\ p = 0^{gr},892 \,;\; \alpha = -\,3^{\circ}58' \,;\; [\alpha]_{D}^{18} = -\,44^{\circ}5_{6} \end{array} \Bigg\} \boxed{[\alpha]_{D}^{18} = -\,44^{\circ},4}.$$

Solubilités. — A froid, le bétuloside se dissout facilement dans NH^3 concentré et dans les solutions aqueuses de HONa, HOK, CO^3Na^2 ; moins dans celle de PO^4HNa^2 et très peu dans celle de CO^3HNa ; il se dissout moyennement dans OH^2 et dans l'alcool à 95ᵉ et peu dans l'alcool absolu, l'ester acétique, l'éther, l'acétone, $CHCl^3$, S^2C, Cl^4C, $CH^3—CO^2H$ et C^6H^6. A l'ébullition, 1 gramme de bétuloside se dissout dans $6^{gr},5$ de OH^2 et dans $14^{gr},2$ d'alcool absolu.

Proprietés chimiques. — Le bétuloside ne contient pas d'azote. Il est neutre au tournesol ; il ne réduit pas la liqueur de Fehling, ni le NO^3Ag ammoniacal ; l'émulsine et les acides l'hydrolysent facilement en glucose et bétuligénol. Il se dissout à froid dans ClH, SO^4H^2 et NO^3H concentrés ; avec les deux derniers, on obtient respectivement une coloration rouge orangé et jaune, celle-ci virant au rouge par alcalinisation avec HOK.

En solution aqueuse (non dans l'alcool), il donne avec Cl^3Fe une coloration bleue qui disparaît par agitation avec de l'éther. Il produit la même couleur avec le réactif de JUNGMANN : elle disparaît par ébullition. Avec le réactif de MILLON, il donne à froid une couleur orangé qui vire au rouge foncé par ébullition.

Le bétuloside n'est pas précipité par la cholestérine. Avec O^2H^2 et avec le réactif de NESSLER, il n'y a pas de réaction.

Chauffé dix heures dans l'eau à + 100° en tube scellé, il n'est pas altéré. Il est attaqué par la baryte dans les mêmes conditions : la solution réduit alors la liqueur de Fehling.

Poids moléculaire. — La microméthode de RAST (1922) a fourni de mauvais résultats. Le poids moléculaire obtenu à partir de la teneur moyenne en glucose (54,45 p. 100) libéré par hydrolyse acide et diastasique et à partir de la méthode cryoscopique appliquée au bétuligénol (Poids moléculaire = 168 ; voir plus loin) donne pour le bétuloside les poids moléculaires de 331 et 330 respectivement.

Analyses et formule brute.

BÉTULOSIDE (g).	CO^2 (g).	OH^2 (g).	C (%).	H (%).	P. M.	GLUCOSE (%).	BÉTULIGÉNOL (%).
0,1753	0,3739	0,1174	58,17	7,49			
0,1805	0,3856	0,1200	58,26	7,44			
0,1825	0,3902	0,1207	58,31	7,40			
Moyenne			58,25	7,44	330	54,45	50,4
Calculé pour $C^{16}H^{24}O^7$			58,50	7,37	328	54,87	50,6

Équation d'hydrolyse. — En tenant compte de la formule attribuée au bétuligénol (Voir plus loin), on peut écrire :

$$\underset{\text{Bétuloside.}}{C^{16}H^{24}O^{7}} + OH^{2} = \underset{\text{Glucose.}}{C^{6}H^{12}O^{6}} + \underset{\text{Bétuligénol.}}{C^{10}H^{14}O^{2}}.$$

Indice de réduction diastasique = 375.

Hydrolyse acide et diastasique. — L'émulsine à + 30° aussi bien que les acides minéraux dilués à + 100° hydrolysent le bétuloside en quatre à six heures. Dans tous les cas, on a obtenu le même aglycone (bétuligénol). La méthode diastasique est préférable. Après agitation avec de l'éther, on obtient un liquide aqueux (A) contenant le glucose et une solution éthérée (B) contenant le bétuligénol.

II. — Produit glucidique : *d*-glucose.

On l'obtient en concentrant le liquide aqueux (A) et le versant dans l'alcool à 95^{c} bouillant, qui coagule l'émulsine. On filtre, on évapore à sec et on traite le résidu par l'alcool à l'ébullition. Le liquide filtré laisse déposer par refroidissement un corps cristallisé de saveur sucrée.

Identification. — La réaction de l'orcinol chlorhydrique spécifique des hexoses et méthylpentoses (BERTRAND, 1891, 1925) et celle du scatol et de l'indol de DISCHE et POPPER (1926), spécifiques des hexoses, sont positives. 84 milligrammes de sucre ont réduit la liqueur de FEHLING dans une mesure correspondant à 152^{mg},7 de cuivre. L'osazone cristallise en pinceaux jaunes et fond à + 229° (bloc de MAQUENNE). Il est doué de mutarotation descendante : $[\alpha]_{D}^{18}$ stable (en OH^2) = + 52°,2 (p = 0^{gr},2030 ; v = 10 cm^3 ; l = 2 dm. ; α = + 2° 7′). Ce corps est par conséquent le *d-glucose.*

III. — Produit non glucidique : le bétuligénol.

Pour l'obtenir, on dessèche la solution éthérée (B) avec du SO^4Na^2 anhydre ; on filtre et on évapore. Partant de 7^{gr},40 de bétuloside, j'ai ainsi obtenu 3^{gr},73 de bétuligénol, soit 50,4 p. 100.

Propriétés physiques. — Blanc, plus dense que le bétuloside, il cristallise anhydre. P. F. = + 81° (bloc de MAQUENNE ou tube capillaire). Comme le bétuloside, il est très soluble dans NH^3 concentré et dans les solutions aqueuses de HONa, HOK, CO^3Na^2, et de plus, dans l'alcool absolu et à 95^{c}, l'ester acétique, l'éther, l'acétone et $CH^3 - CO^2H$; peu soluble dans $CHCl^3$ et très peu dans OH^2, S^2C, Cl^4C, C^6H^6 et dans les solutions aqueuses de CO^3HNa et PO^4HNa^2.

Propriétés chimiques. — Il est très faiblement acide au tournesol. Il ne réduit pas la

liqueur de FEHLING ni NO^3Ag ammoniacal. Avec une solution aqueuse saturée de CO^3HNa, il n'y a aucun dégagement gazeux : ce n'est pas un acide.

Il possède une fonction phénolique libre. Avec Cl^3Fe, le réactif de JUNGMANN, ClH, SO^4H^2, NO^3H concentrés et le réactif de MILLON, il se comporte d'une manière analogue au glucoside, mais la dernière réaction rouge orangé disparaît par ébullition en donnant un précipité jaune rougeâtre (différant du bétuloside). Les réactions de LIEBERMANN (1874) et de MOLISCH sont positives, la réaction de l'anhydride phtalique, négative. Avec une solution d'acide osmique à 1 p. 100, on obtient une coloration bleu noir (différant du bétuloside) ; le lait de chaux et le réactif de NESSLER ne donnent aucune réaction.

Poids moléculaire. — Par la méthode de RAST, les résultats sont médiocres. Par cryoscopie dans l'acide acétique anhydre, on a obtenu : P. M. = 168 (s = 0gr,0540 ; L = 23gr,4 ; Δ moyen = 0°,535). Le poids moléculaire calculé d'après la teneur en glucose (trouvée) du bétuloside est de 168.

Analyse et formule brute.

BÉTULIGÉNOL (g).	CO^2 (g).	OH^2 (g).	C (%).	H (%).	P. M.
0,1637	0,4321	0,1245	71,99	8,51	
0,1481	0,3903	0,1125	71,87	8,50	
0,1570	0,4148	0,1190	72,06	8,40	
Moyenne			71,97	8,50	168
Calculé pour $C^{10}H^{14}O^2$			72,25	8,49	166

IV. — Quelques dérivés du bétuloside et du bétuligénol.

Dibenzoylbétuloside. — Substance blanche cristalline. P. F. = + 135° (bloc de MAQUENNE). 300mg,8 de ce produit ont donné 136mg,6 de $C^6H^5 — CO^2H$ (théorie = 136mg,9).

Monobenzoylbétuligénol. — Produit blanc cristallisé, P. F. = + 59° (bloc de MAQUENNE). 341 milligrammes de ce corps donnent 155mg,6 de $C^6H^5 — CO^2H$ (théorie = 154 mg.).

Monométhylbétuligénol. — Liquide huileux jaune, d'odeur aromatique, de saveur très piquante. A la pression ordinaire, il se décompose avant de bouillir (méthode de SIWOLOBOFF). $D\frac{20}{4} = 1{,}0375$ (réduite au vide). Viscosité absolue $\eta_{20} = 0{,}796$ unités C. G. S. (en unités ENGLER : $E_{20} = 10{,}53$) ; fluidité en degrés BARBEY $F_{20} = 63{,}2$. Radical méthoxyle (méthode de ZEISEL, 1885) = 17,10 p. 100 (théorie = 17,22 p. 100). Il ne donne pas la réaction des phénols.

V. — Études sur la constitution du bétuligénol.

1. *Groupes méthoxyles.* — Le bétuligénol n'en possède pas.

2. *Groupes hydroxyles* (méthode de TSCHUGAEFF-ZEREWITINOFF, 1907). — La molé-

cule contient deux groupements (OH). Bétuligénol = $0^{gr},1650$; CH^4 à + 20° = 45 cc. ; pression atmosphérique = 757 mm. ; h = 17 mm. (pyridine) ; pour 100 de (OH) = 18,9 ; nombre de (OH) = 1,85.

3. *Vitesse initiale d'éthérification* (méthode de MENSCHUTKIN, 1879) = 35,2. Expérience : 817 milligrammes de bétuligénol ont été éthérifiés par 104 milligrammes de $CH^3 - CO^2H$ à + 155° pendant une heure.

4. *Position relative dans le noyau du groupement phénolique (OH) et de C^4H^8OH.* — Par oxydation du monométhylbétuligénol, j'ai obtenu l'*acide anisique* $CH^3O \langle \bigcirc \rangle CO^2H$, ce qui prouve la constitution suivante du bétuligénol :

$$HO \langle \bigcirc \rangle C^4H^8OH,$$

ceci en accord avec les indications fournies par l'étude des spectres d'absorption dans la lumière ultra-violette, effectuée par Mme RAMART-LUCAS.

En résumé : *Le bétuligénol serait un* p-*phénol-alcool de formule* $C^6H^4 \begin{cases} OH & (1) \\ C^4H^8OH & (4) \end{cases}$

et le bétuloside, $C^{16}H^{24}O^7$, *un des rares hétérosides d'alcool trouvés jusqu'à ce jour dans les plantes.*

Source : MNHN, Paris

Caractères héréditaires et fluctuations dans la constitution chimique des plantes

Par Mme C. SOSA-BOURDOUIL

On sait depuis longtemps que des espèces différentes, cultivées dans les mêmes conditions de milieu, ont des compositions chimiques différentes, qui manifestent, aussi bien que la forme, leur spécificité, c'est-à-dire leur hérédité. Il est possible d'envisager la nature et les proportions des diverses substances qui entrent dans la constitution des plantes à la manière des caractères morphologiques surtout étudiés jusqu'à présent pour connaître leur mode de transmission et, dans certains cas, leurs liaisons avec la forme ou la couleur. La couleur des fleurs, par exemple, est souvent liée à la présence et à la quantité de pigments du groupe des anthocyanes et à la réaction du milieu cellulaire.

La composition élémentaire des espèces, précisée dernièrement pour quelques cas par G. Bertrand et V. Ghitesvu, révèle chez les plantes de divers groupes botaniques développées dans les mêmes conditions, des différences notables dans la proportion de la plupart des éléments les plus importants. Il en est de même pour les produits organiques ; de plus, certains groupes de plantes ont la propriété de faire la synthèse de substances particulières, — essences, alcaloïdes, hétérosides, — qui sont entièrement absentes dans d'autres et peuvent, par conséquent, servir à les caractériser. Telles sont les essences des Ombellifères, les alcaloïdes des Papavéracées, le salicoside et le picéoside des Salicacées, etc.

On sait également que la composition d'une même espèce, tout en conservant ses traits essentiels, peut présenter des variations non héréditaires ; c'est ce qui fait la difficulté de la sélection relative à la teneur en azote pour certaines races de céréales, cette teneur se comportant alors dans certaines limites comme un caractère fluctuant (Blaringhem et Javillier).

Les fluctuations individuelles de composition dans une même variété ont été peu étudiées. J'ai effectué cette étude sur une variété de Fève, cultivée simultanément dans le même terrain, à Bellevue (Seine-et-Oise). On a déterminé dans chaque graine, séparément, la teneur en azote total. Les résultats obtenus sont les suivants :

Teneur en azote pour 100 de substance sèche.

I. — Graines prélevées sur le même étage de gousses.

Première plante : groupe de 3 gousses.

1re gousse (base)		2e gousse		3e gousse (sommet)	
1re graine	4,51	1re graine	4,32	1re graine	4,3
2e —	4,68	2e —	4,44	2e —	4,22
3e —	4,57	3e —	4,43	3e —	4,34

Deuxième plante : groupe de 4 gousses.

1re gousse (base)		2e gousse		3e gousse		4e gousse	
1re graine	4,36	1re graine	4,24	1re graine	3,85	1re graine	3,94
		2e —	4,17			2e —	3,87

II. — Graines prélevées sur la même plante à des étages différents.

	Base	Milieu	Sommet
3e plante	4,98	4,9	4,68
4e plante	4,61	4,36	4,24

La teneur en azote des graines de ces plantes appartenant à la même variété et cultivées dans les mêmes conditions présente des fluctuations assez fortes, puisque, pour ces expériences, on obtient des chiffres entre 3,87 et 4,98 p. 100, c'est-à-dire des différences atteignant plus de 20 p. 100 du contingent azoté total.

Dans une même gousse, les variations sont assez faibles ; elles s'accroissent pour des gousses différentes prélevées sur la même plante ; elles atteignent leur plus grande valeur pour des graines prélevées sur des plantes différentes. Dans une même plante, la répartition de la plus forte teneur en azote ne semble pas quelconque, tout au moins dans les cas étudiés. A la base de la plante se trouvent les graines les plus riches en azote ; la quantité décroît en s'approchant du sommet. Dans un même étage de gousses, les graines proches de la base de l'inflorescence sont plus riches que celles du sommet. Dans l'ensemble, ces différences apparaissent continues, ce qui est particulier aux fluctuations. Ceci explique la difficulté ou l'impossibilité que l'on rencontre dans certains cas pour isoler une race ayant une teneur en azote déterminée. Il faudrait refaire pour chaque individu le travail que fit Johansen pour sélectionner des Haricots de taille déterminée (1911). Dans ce cas, il est nécessaire d'appliquer les méthodes biométriques.

Il y a donc, en ce qui concerne la Fève (*Vicia faba* L.), une quantité d'azote héréditairement transmise et qui constitue sa plus grande masse et une quantité fluctuante qui est le propre des variations individuelles.

Mais, si ces fluctuations peuvent gêner quelquefois l'interprétation de la transmission des caractères chimiques, il y a des cas où cette interprétation est aussi claire que celle des dispositifs morphologiques. J'ai pu mettre ce fait en évidence chez le Pois (*Pisum sativum* L.) par l'analyse de divers croisements (1).

Les variétés de Pois étudiées à graines lisses et les variétés à graines ridées présentent des différences nettes de composition, notamment en ce qui concerne l'amidon.

Cette dernière différence est héréditaire. En effet, les diverses générations des variétés pures présentent toujours pour la graine une teneur en amidon comparable dans les conditions de milieu envisagées. Les plantes cultivées dans des conditions de milieu assez différentes ont d'ailleurs produit des graines dont la composition en amidon ne présente que de faibles variations, les différences dues à l'hérédité l'emportant de beaucoup. Le matériel ainsi défini a servi à effectuer un certain nombre de croisements. Les résultats des analyses sont résumés dans le tableau suivant :

Analyses des parents et des hybrides de première génération

rapportées à 100 grammes de graines à l'état de semence.

	RIDÉ (*r*)	ROND (R)	*r* ♀ × R ♂	R ♀ × *r* ♂
Amidon	19,8	34,6	37	35,1

Analyses relatives a F².

I. *Graines ridées*	*r* × *r*.	*r* × R.	R × *r*.
Amidon	20,2	19,5	19,8
II. *Graines ridées*	R × R	*r* × R.	R × *r*.
Amidon	33,9	35	34,2

Analyses des descendants F³.

I. *Graines ridées*	*r* × *r*.	*r* × R. de F_2 ridé.	*r* × R. de F_2 hétéroz.	R × *r*. de F_2 hétéroz.
Amidon	19,5	18,8	19,8	19,1
II. *Graines rondes*	R × R	*r* × R de F_2 rond.	*r* × R de F_2 hétéroz.	R × *r* de F_2 hétéroz.
Amidon	34,6	34	32,7	33,4

(1) *Thèse doctorat ès sciences*, 30 juin 1934 ; *Bull. biol. de la France et de la Belgique.*

ANALYSES DES RECROISEMENTS.

I. *Graines ridées.*	$(r\ .\ R) \times R.$	$r \times (R\ .\ r).$	$r \times (r\ .\ R).$	$(R\ .\ r) \times r.$	$(r\ .\ R) \times r.$
Amidon....	»	18,8	19,2	19,9	18,5
II. *Graines rondes.*	34,8	33,1	33,1	32,9	34

On constate chez tous les descendants cette discontinuité de la teneur en amidon (20 ou 34 p. 100), sans intermédiaires, qui est le propre de la transmission des caractères mendéliens.

Si l'examen morphologique des graines nous a permis de vérifier pour ce matériel et pour le caractère rond-ridé les règles numériques de MENDEL, l'examen biochimique, en ce qui concerne le taux d'amidon de la graine, nous permet de vérifier ces règles avec plus de précision. Cette vérification a été faite pour les première, deuxième et troisième générations et pour les produits de croisement des descendants avec les parents.

Réciproquement, cette vérification nous conduit à considérer l'excès d'amidon de la variété lisse sur la variété ridée comme un seul caractère mendélien. En effet, cet excès, un peu supérieur au tiers du contingent amylacé de la graine ronde, peut se traduire par l'expression présence-absence, présence de l'excès dans le Pois lisse, absence dans le Pois ridé.

Ce caractère est dominant en F_1 et se disjoint en F_2 en même temps que l'aspect lisse et que l'aspect ridé et d'une manière plus précise qu'on ne peut l'espérer d'après la comparaison des formes des graines.

Le fait qu'en première génération, le porte-graines restant le même, il a suffi de l'intervention du grain de pollen de la variété ronde pour déterminer dans l'ovule de la variété ridée une activité amylogène qui conduit à un taux d'amidon semblable à celui de la variété ronde montre qu'il s'agit bien là d'une propriété spécifique de l'embryon.

Dans le cas du Pois, la forme et la composition apparaissent liées, bien qu'on n'ait pu encore prouver dans tous ses détails la nature de cette liaison.

On voit par ces exemples que les propriétés chimiques peuvent être analysées par les méthodes générales appliquées surtout jusqu'à présent à la génétique des formes.

Il n'y a d'ailleurs aucune cloison entre ces deux faces de la réalité, et l'on peut espérer que les méthodes physico-chimiques tendront à résoudre les nombreux problèmes posés par les observations morphologiques.

Recherches sur l'Isomérisation d'Hétérosides cyanogénétiques

Par VICTOR PLOUVIER

L'amygdaloside résulte de l'union du nitrile phénylglycolique gauche avec deux molécules de glucose. Traité par une solution diluée d'alcali, il donne une substance plus soluble que DAKIN (1) a obtenue à l'état cristallisé : c'est l'isoamygdaloside correspondant au nitrile phénylglycolique racémique. M. H. HÉRISSEY (2) a précisé ce mode opératoire.

L'amygdonitrileglucoside résulte de l'union du nitrile phénylglycolique gauche avec une molécule de glucose. Par action de la baryte diluée, CALDWELL et COURTAULD (3) l'ont isomérisé en prulaurasoside correspondant au nitrile phénylglycolique racémique.

Nous avons examiné de plus près ces deux réactions.

1° *Amygdaloside.* — Nous avons constaté que des solutions d'amygdaloside abandonnées dans des flacons à la température ordinaire voient leur pouvoir rotatoire augmenter. Cette augmentation est accélérée par une élévation de température. Plus le verre des flacons est alcalin, plus l'augmentation est rapide.

Pour préciser ces résultats, nous avons préparé des solutions-tampons de *p*H déterminés (PO^4HNa^2 et PO^4H^2K). Nous avons obtenu les résultats suivants en additionnant 10 centimètres cubes de chaque solution de 0gr,20 d'amygdaloside et en les chauffant en tubes scellés au bain-marie bouillant pendant des temps variables :

	*p*H	4,6	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,6
Amygdaloside Initial α = — 1°29'	Après 1/2 heure..	— 1°31'	— 1°33'	— 1°37'	— 1°49'	— 2°	— 2°2'	— 2°2'	— 2°4'	— 2°5'
	— 1 — ...	— 1°34'	— 1°37'	— 1°44'	— 1°54'	— 2°2'	— 2°3'	— 2°3'	— 2°2'	— 2°7'
	— 2 heures ..	— 1°39'	— 1°40'	— 1°48'	— 1°59'	— 2°4'	— 2°6'	— 2°8'	— 2°12'	— 2°13
Amygdonitrile-glucoside...... Initial α = —53'.	Après 1/2 heure.....	— 1°1'	— 1°9'	— 1°12'	— 1°30'	— 1°48'	— 1°47'	— 1°48'	— 1°46'	— 1°47'

(1) DAKIN, *Journ. Chem. Soc. of London*, 1904, t. LXXXV, p. 1512.
(2) HÉRISSEY, *Journ. pharm. et chim.*, 1907, t. XXVI, p. 198.
(3) CALDWELL et COURTAULD, *Journ. Chem. Soc. of London*, 1907, t. XCI, p. 673.

A une même température, l'isomérisation dépend du pH et du temps de chauffe. Elle augmente avec le pH : à $pH = 4,6$, elle est commencée en une demi-heure à 100° ; à $pH = 7$, elle est de 66 p. 100 ; à $pH = 8,6$, elle est de 80 p. 100. Elle augmente également avec la durée de chauffe : en une demi-heure à $pH = 6$ à 100°, elle est de 45 p. 100 ; en une heure, elle est de 55 p. 100 et en deux heures, de 65 p. 100.

Une élévation de température augmente la vitesse d'isomérisation. Nous avons placé à des températures déterminées des solutions d'amygdaloside de $pH = 7,4$: à 70°, l'isomérisation est totale en un jour ; à 34°, il faut environ huit mois ; à 19°-20°, 75 p. 100 sont transformés en un an ; à 0°, la réaction est encore plus lente.

Le pouvoir rotatoire initial de toutes nos solutions ($\alpha = -1°29'$) correpond au pouvoir rotatoire spécifique de l'amygdaloside : $[\alpha_D]^{20} = -40°,4$. Le pouvoir rotatoire de ces solutions après isomérisation ($\alpha \# -2°13'$) correspond à un pouvoir rotatoire spécifique $\alpha_D \# -60°$. Or, le pouvoir rotatoire théorique de l'isoamydaloside est : $[\alpha_D] = -52°,6$. Le pouvoir rotatoire observé en est donc très différent.

La vitesse d'isomérisation ne présente aucun palier correspondant à l'isoamygdaloside : celui-ci ne serait qu'un mélange de *d* + *l* amygdaloside ; nous avons séparé ces deux constituants par cristallisation dans l'alcool à 95°.

Pour préparer l'isoamygdaloside, M. H. Hérissey (1) laisse pendant douze heures à 25° une solution d'amygdaloside dans la baryte N/200. Si on abandonne plus longtemps l'amygdaloside au contact de l'alcali, le stade isoamygdaloside est dépassé, et celui-ci est transformé. Il est remarquable que l'isomérisation ne s'arrête pas à l'hétéroside racémique.

Dans les manipulations effectuées sur l'amygdaloside, tout agent susceptible d'amener le pH au-dessus de 7 peut provoquer une isomérisation rapide. En particulier, l'addition de CO^3Ca destiné à neutraliser l'acidité et à éviter tout risque d'hydrolyse de l'hétéroside, élève le pH à 8,8 environ. Or, dans ces conditions une demi-heure de chauffage à 100° suffit pour isomériser entièrement l'amygdaloside.

2° *Amygdonitrileglucoside.* — Nous avons effectué des expériences semblables sur l'amygdonitrileglucoside. Nos résultats, consignés dans le tableau précédent, montrent que l'amygdonitrileglucoside est plus facile à isomériser que l'amygdaloside.

Le pH et la température sont, ici encore, les deux facteurs qui influent sur la vitesse d'isomérisation.

A $pH = 4,6$, l'isomérisation est de 16 p. 100 en une demi-heure à 100° ; à $pH = 6,5$ elle est totale pendant ce même temps.

Le pouvoir rotatoire initial de nos solutions ($\alpha = -53'$) correspond au pouvoir rotatoire spécifique de l'amygdonitrileglucoside $[\alpha_D]^{20} = -25°,6$. Le pouvoir rotatoire final ($\alpha = -1°48'$) correspond au pouvoir rotatoire spécifique du prulaurasoside $[\alpha_D] = -52°$. L'isomérisation s'arrête à ce stade : le prulaurasoside est très stable.

L'amygdonitrileglucoside a été découvert plusieurs fois dans les végétaux. Au cours

(1) Hérissey, *loc. cit.*

de son extraction, il a certainement subi un début d'isomérisation. On n'obtient cependant, par cristallisation dans l'ester acétique, que l'amygdonitrileglucoside, le prulaurasoside étant beaucoup plus soluble et restant dans les eaux-mères.

L'addition de CO^3Ca à l'alcool qui sert à épuiser les organes d'une plante favorise beaucoup l'isomérisation. C'est ainsi que M. H. Hérissey (1) signale la présence possible du prulaurasoside à côté de l'amygdonitrileglucoside extrait des feuilles de *Photinia serrulata* Lindl. Le prulaurasoside observé dans ce cas peut résulter de l'isomérisation de l'amygdonitrileglucoside au cours de la préparation.

Nous examinerons s'il en est de même pour les végétaux où l'on a signalé le prulaurasoside.

(1) Hérissey, *Journ. Pharm. et Chim.*, 1912, (7), t. V, p. 574.

Chaire de Zoologie

Vers et Crustacés

Professeur : Monsieur CHARLES GRAVIER



HENRI MILNE-EDWARDS

Crustacés Stomatopodes

recueillis par M. R. DECARY, à Fort-Dauphin (Madagascar)

Par CH. GRAVIER

Sur les récifs de Coraux des environs de Fort-Dauphin (Madagascar), notre très dévoué correspondant, M. R. DECARY, a recueilli une collection de Stomatopodes. Ces Crustacés, relativement rares, que ne rapportent pas fréquemment les voyageurs naturalistes, à cause surtout des habitats spéciaux de ces animaux, appartiennent à trois espèces déjà connues se rangeant dans les genres *Pseudosquilla* Dana et *Gonodactylus* Latreille.

Genre PSEUDOSQUILLA Dana.
Pseudosquilla ciliata (*Fabricius*) Miers.

1787. *Squilla ciliata*, FABRICIUS (J.-C.). Mantissa Insectorum, vol. I, p. 333 (1).
1880. *Pseudosquilla ciliata*, MIERS (E.-J.). On the Squillidæ (*Ann. and Magaz. Nat. Hist.*, vol. V, pp. 108, 458, Pl. III, fig. 7-8).

Un individu mâle, dont la longueur mesure 46 millimètres, de l'extrémité antérieure du rostre au milieu du bord postérieur du telson, présente des caractères bien conformes à la description de ST. KEMP. Le rostre a une forme un peu spéciale (fig. 1). A peu près une fois et demie aussi large que long, il a sa plus grande largeur à la moitié de sa hauteur environ. Sa pointe mousse est peu saillante en avant. Les yeux sont cylindriques et puissants, et la cornée est très obliquement posée sur le pédoncule. Une carène médiane bien marquée la divise en deux parties sensiblement égales, longitudinales et latérales. Une particularité bien spéciale distingue la *Pseudosquilla ciliata* et aussi les formes affines d'après ST. KEMP. C'est une écaille convexe, mince, translucide, fixée sur l'article basilaire de l'antenne et qui se rétrécit en avant ; elle forme dans sa partie distale, vue de profil, comme une sorte de bec à pointe mousse. Celle-ci s'avance un peu plus loin que le milieu du second article de la région basilaire de l'antenne (fig. 1).

Au premier segment abdominal, le sillon caractéristique en Y est nettement marqué.

(1) Pour la bibliographie, voir ST. KEMP. An Account of the Crustacea Stomatopoda of the Indo-Pacific Region (*Mem. of the Indian Museum*, vol. IV, n° 1, p. 96, 1913).

Les angles postéro-latéraux du 4e segment sont arrondis et non terminés en pointe, comme dans les formes atlantiques. Il y a ici une petite épine du côté droit, un bord arrondi du côté gauche du 5e segment. C'est probablement là un fait accidentel. Au 6e segment abdominal, il y a six épines placées à des niveaux différents et symétriques deux à deux. Les cinq premiers segments abdominaux n'ont aucune carène. Le telson est bien conforme à la figure 3 du mémoire de BIGELOW (1).

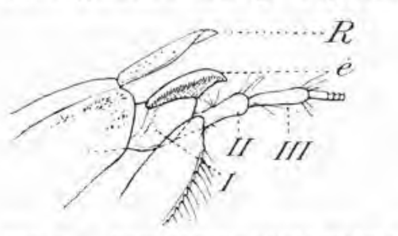




Fig. 1. — *Pseudosquilla ciliata* (Fabricius) Miers. — A gauche, partie antérieure de l'animal vu de profil. — R, rostre en avant de la carapace ; *e*, écaille antennaire ; I, II, III, 1er, 2e, 3e articles de l'antenne. — A droite, le rostre.

Il ne reste à peu près rien de la coloration du mâle à l'état vivant, à part quelques légères traces à la face ventrale du telson et qui sont actuellement d'une teinte rouge-cerise ; il existe aussi dans toute la longueur du corps des traînées de ponctuations de teinte foncée dessinant des taches sombres de forme irrégulière et, par endroits, plus marquées sur la face ventrale que sur la face dorsale. Il s'agit ici d'un mâle avec un petasma bien distinct. Il n'y a pas de tache dorsale sur la carapace. Cette espèce offre à considérer beaucoup de variétés. Elle peut atteindre de bien plus grandes dimensions que celles de l'individu de Fort-Dauphin. Les mâles de l'Indian Museum de Calcutta ont jusqu'à 91 millimètres de longueur. BIGELOW a vu des spécimens de même taille provenant de Bimini (Porto-Rico).

Le *Pseudosquilla ciliata* (Fabricius) a une aire très vaste de répartition géographique. Il est très répandu dans les récifs des régions indo-pacifique et atlantique. Il a été signalé en particulier à Madagascar (Sainte-Marie) par LENZ, à Maurice par RICHTERS et CLARK, à La Réunion par MILNE-EDWARDS et HOFFMANN, à Porto-Rico par BIGELOW, etc. On le connaît maintenant jusqu'à l'extrême Sud de notre grande île africaine.

Genre GONODACTYLUS Latreille.

Gonodactylus chiragra (Fabricius) Latreille.

1781. *Squilla chiragra*, FABRICIUS (J.-C.). Species Insectorum, I, p. 515.
1825. *Gonodactylus chiragra*, LATREILLE (P.-A.). Encyclopédie méthodique, X, p. 473 ; Atlas, Pl. CCCXXV, fig. 2 (2).

Les grands exemplaires de cette espèce si répandue ont bien ici les caractères de *Gonodactylus chiragra*, au rostre, à la carapace, au telson. Il n'y a pas trace des taches pigmentaires dorsales médianes des pénultième et antépénultième segments thoraciques, et aussi du premier segment abdominal, comme dans la variété *platysoma* Wood-Mason, qui, comme son nom l'indique, a le corps un peu déprimé. La saillie médiane du telson est bien encadrée par l'ancre caractéristique.

Mais plusieurs exemplaires de petite taille, pigmentés plus ou moins fortement en

(1) BIGELOW (R.-P.) (1902), The Stomatopoda of Porto-Rico (*Bull. U. S. Fish Commission for 1900*, XX, 2, p. 154, fig. 3 et 4).

(2) Pour la bibliographie très copieuse de cette espèce, voir ST. KEMP, *loc. cit.*, 1913, p. 155.

violet, ont leurs traits moins accusés et ne peuvent guère être déterminés en toute sécurité. Notamment, l'ancre n'est pas toujours nettement marquée. On sait d'ailleurs que les parties latérales de cet organe peuvent manquer totalement chez les grands et chez les petits spécimens.

J'ai un moment hésité cependant à rattacher à l'espèce très voisine *G. glabrous* Brooks, deux exemplaires de grande taille (58 et 54 mm. de longueur), qui présentaient, à la partie supérieure du telson, un gros tubercule de chaque côté (fig. 2) et un peu en arrière de la submédiane des cinq quilles du 6e segment abdominal. Mais la médiane des cinq quilles longitudinales du telson, la plus large, a sa partie terminale encadrée par une ancre. Or, St. Kemp dit précisement que *G. glabrous* ne possède jamais — ou du moins très rarement — une ancre au telson. Le plus grand des deux exemplaires était presque incolore, quand je l'ai examiné, sauf ses pattes ravisseuses et son telson, qui étaient d'un bleu verdâtre foncé, et les deux tubercules postérieurs étaient particulièrement visibles. Le second exemplaire était plutôt d'un jaune-soufre, avec le propodite teinté en bleu ; la quille médiane était coiffée d'une ancre et les deux tubercules étaient fortement indiqués. De tels tubercules existent également chez nombre de variétés de *chiragra* que W. F. Lanchester a voulu distinguer dans cette espèce (Voir plus bas). Quatre autres exemplaires avaient le même facies, mais ce sont des exemplaires jeunes, à caractères peu accusés, difficiles à déterminer avec sécurité. Ils sont tous actuellement plus ou moins fortement pigmentés en violet.

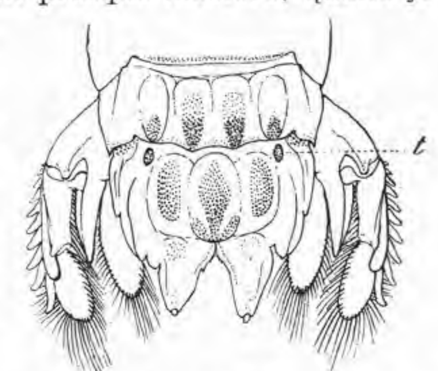


Fig. 2. — *Gonodactylus chiragra* (Fabricius) Latreille. — Dernier segment abdominal et telson ; *t*, tubercules situés à la partie antérieure du telson.

Comme bien d'autres Stomatopodes, *G. chiragra* montre beaucoup de variations, et nombre de ces variétés ont même reçu des noms spécifiques différents. Dans son étude approfondie des Stomatopodes (des Laquedives et des Maldives), recueillis par St. Gardiner, W. F. Lanchester (1) (1903) a cru pouvoir incorporer à l'espèce *chiragra* un grand nombre de variétés. St. Kemp (1893), auteur d'une magistrale révision des Stomatopodes de la région indo-pacifique, n'admet pas la manière de voir de Lanchester quant à la fusion de nombreuses variétés dans l'espèce *chiragra*. Il est vrai que la spécification des Stomatopodes demeurera longtemps un sujet de discussion ; dans cette famille de Crustacés, les variations sont extrêmement nombreuses, suivant l'âge et les lieux de récolte. Il semble qu'il y ait quelques formes typiques qui paraissent bien caractérisées à l'état adulte et auxquelles on peut rattacher plusieurs autres. Cependant St. Kemp tient comme distinctes les espèces *chiragra* typiques avec la variété *platysoma* Wood-Mason, *demani* Henderson avec les variétés *spinosus* Brooks et *espinosus* Borradaile, *glabrous* Brooks et *graphurus* Miers. R. P. Bigelow (1931) n'admet pas non plus l'identité de *G. chiragra* et de *G. glabrous* (2). Il a fait une étude très méticuleuse de l'une et de l'autre. Il a constaté un dimor-

(1) Lanchester (W. F.), Stomatopoda, with an Account of the Varieties of *Gonodactylus chiragra* (*Fauna and Geography of the Maldive and Laccadive archipelagos*, I, 1903, p. 444 et sq.).

(2) Bigelow (R. P.), Stomatopoda of the Southern and Eastern Pacific and the Hawaian Islands (*Bull. Mus. compar. Zoology at Harvard College*, vol. XXII, n° 4, p. 127).

phisme sexuel net chez l'espèce de BROOKS et, en même temps, une variation considérable dans les deux sexes pour les carènes du telson, en général. BALSS avait aussi observé ce dimorphisme sexuel, d'après BIGELOW.

Remarquant que W. F. LANCHESTER avait examiné surtout des exemplaires de petite taille, ST. KEMP a émis l'hypothèse très vraisemblable que l'opinion de l'auteur anglais était probablement due à ce que les jeunes exemplaires, dont les variations sont très grandes, changent de forme durant les mues successives jusqu'à ce qu'elles atteignent leur taille définitive.

En tenant compte des considérations exposées ci-dessus, il m'a semblé prudent d'attribuer à l'espèce *chiragra* toutes les formes mentionnées précédemment parmi les Stomatopodes recueillis à Fort-Dauphin. L'espèce en question a été trouvée aussi bien dans l'océan Pacifique (Japon, Bornéo, etc.) que dans les eaux de l'océan Indien (Andamans, Ceylan, golfe Persique, Maurice, etc.) et même dans la Méditerranée.

Gonodactylus demani Henderson.

1893. *Gonodactylus demani*, HENDERSON (J. R.). Contribution to Indian Carcinology [*Trans. Linn. Soc.* (sér. 2), vol. V, Pl. XL, fig. 24-24 (1)].

L'un des individus les plus grands de cette espèce, en bon état, de la collection DECARY, qui en comprend 19 de taille variée, mesure 27 millimètres de longueur ; les plus petits n'ont guère que de 13 à 14 millimètres. La forme est grêle. L'ornementation est assez caractéristique, et ici l'animal n'a rien conservé de la couleur brun jaunâtre de la plupart des exemplaires vivants, d'après ST. KEMP ; il est incolore. Mais, parmi les autres individus recueillis à Fort-Dauphin, il en est quelques-uns qui ont actuellement une couleur jaune-soufre ; quelques autres ne présentent cette teinte qu'à l'extrémité des pattes thoraciques. L'ornementation se compose de groupes de petites taches noires de forme arrondie, de dimensions très variables ; elles dessinent, au nombre de quatre ou cinq, une rangée transversale irrégulière à la partie postérieure de la carapace. Parfois, il existe de petits groupes de ponctuations fines dans la partie antérieure de la carapace et de toutes petites au voisinage du bord postérieur. Quelquefois, les premières pattes thoraciques, couvertes par la carène, montrent dans toute leur longueur une poussière de fines ponctuations. Il y a presque toujours un groupe de petites taches sur le méropodite de la patte ravisseuse. On voit aussi généralement trois petites taches noires et des ponctuations assez nombreuses sur le dos et sur les côtés du 6e segment thoracique ; une tache ronde et quelques ponctuations sur le 7e et quelques fines ponctuations sur le 8e. Sur les premiers segments abdominaux, il existe de petites taches rondes semblables disposées, non très régulièrement, sur une ou deux rangées transversales. Le 6e segment thoracique et le premier abdominal sont les plus ornementés. Le dernier segment abdominal et le telson restent généralement incolores. Celui-ci présente bien les trois carènes très bombées, la médiane surtout, avec leurs tubercules.

(1) Pour la bibliographie, voir ST. KEMP, *loc. cit.*, p. 164.

Quelques exemplaires ont des carènes moins bombées et des tubercules un peu plus ténus et pourraient être classés, peut-être, dans la variété *spinosus* Bigelow.

Quant aux dimensions, elles peuvent devenir plus fortes que celles qui ont été indiquées ci-dessus. La longueur s'élève jusqu'à 39 millimètres dans la collection de l'Indian Museum de Calcutta.

L'ornementation, assez constante, est sujette à quelques variations. Les taches peuvent

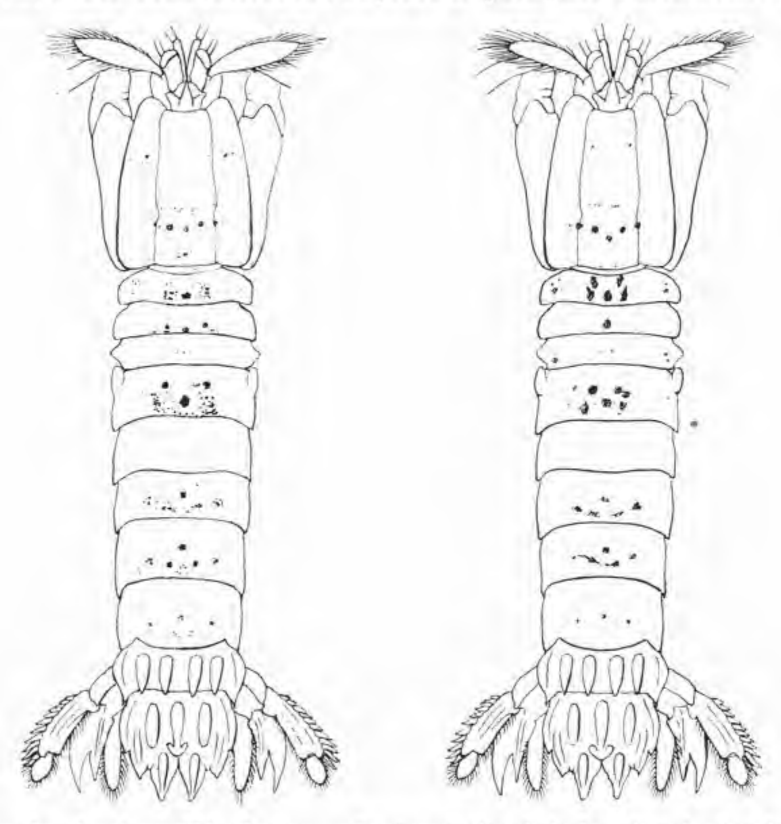


Fig. 3. — *Gonodactylus demani* Henderson. — Ornementation de la face dorsale chez deux individus.

se dépigmenter et devenir incolores ; elles peuvent aussi se résoudre partiellement en ponctuations très ténues (fig. 3).

Comme pour les autres Stomatopodes, les exemplaires de petite taille sont très difficiles à déterminer ; ils n'ont pas leurs caractères définitifs.

On a recueilli cette espèce dans la mer Rouge, le golfe Persique, le golde de Manaar, à Zanzibar, sur la côte de Java, etc. On sait maintenant qu'on la trouve jusqu'au Sud de Madagascar.

H. Lenz (1) a signalé, après le voyage de Völtzkow à Madagascar, la présence à cette dernière île de *Squilla nepa* Latr., *Gonodactylus chiragra* (*Fabricius*) et quelques variétés, *Gonodactylus fimbriatus* Lenz et *Pseudosquilla ciliata* (*Fabricius*). On peut y ajouter maintenant *Gonodactylus demani*, que Decary a recueilli à Fort-Dauphin et qui est lui-même voisin de G. *chiragra*.

(1) Lenz (H.), Crustaceen von Madagaskar, den Comoren und Ceylan (*Völtzkow's Reise in Ostafrika*, 1910, vol. II, Heft V).

Remarques sur la mue des Crustacés

Par LOUIS FAGE

En étudiant la phase pélagique périodique de certains Crustacés normalement benthiques et ses rapports avec la crise génitale, j'ai été amené à me demander si la mue, qui est également un phénomène périodique, ne venait pas troubler de quelque manière la régularité de l'ascension de ces organismes dans le plancton, ajoutant une difficulté nouvelle à la recherche du déterminisme de leurs migrations verticales. J'avais observé, en effet, que, pour les Cumacés, la grande majorité des femelles rencontrées dans le plancton montraient une carapace translucide et molle, indiquant une mue toute récente. Je me rappelais qu'au moment de muer le *Carcinus mœnas* se cache à l'abri de la lumière, sous les rochers ; que l'Écrevisse s'isole de ses congénères, ne mange plus, reste immobile ; que le *Nephrops*, les *Aristeomorpha*, les *Aristeus* désertent les fonds de pêche et se retirent dans les endroits inaccessibles aux engins habituels. Au surplus, quand on songe qu'un Homard changeant de carapace abandonne près de 60 p. 100 de son poids et qu'il reconstitue cette masse rapidement, on ne peut douter qu'il s'agisse d'un travail considérable, nécessitant une dépense énorme d'énergie, susceptible d'entraîner un bouleversement total et périodique du métabolisme et du comportement. C'est pourquoi il m'est apparu que le phénomène de la mue domine, par ses incidences, toute la biologie des Crustacés et qu'il importe de s'appliquer à en avoir une exacte compréhension.

Le but de ces quelques lignes est précisément d'attirer l'attention sur l'importance d'un tel problème et aussi sur les difficultés qu'il y a à le résoudre, difficultés dues à la complexité du sujet et aux connaissances variées qu'il nécessite pour être abordé avec fruit. Et, bien que nous attendions des biochimistes les données indispensables à sa solution complète, il n'est peut-être pas mauvais qu'il soit posé par des zoologistes. C'est à ce titre que je me permets d'exposer ici les réflexions suivantes, en manière d'introduction à l'étude de la mue.

Les remarques que je désire faire portent principalement sur les Crustacés, et seulement sur les autres Arthropodes dans la mesure où les faits observés pourront servir à éclairer ce cas particulier.

Différentes sortes de mues.

En première approximation, et pour la commodité de la discussion, on peut distinguer les mues de croissance ou mues larvaires et les mues saisonnières ou reproductrices. Cette distinction serait tout à fait arbitraire — car les mues saisonnières sont généralement accompagnées de croissance — si l'on ne savait qu'il existe des mues qui ne sont suivies d'aucune augmentation de taille, ni de poids des individus. M.-L. LEROUX (1933, p. 22) a même pu arrêter expérimentalement la croissance de certains Amphipodes, sans que les mues soient supprimées. Chez les Crevettes (*Crangon, Leander*), L. NOUVEL (1933, p. 73) ne constate aucune augmentation de taille au cours de mues de reproduction. Chez le Homard, R. ELMHIRST (1930, p. 83) cite des cas où, malgré un long intervallle séparant deux mues consécutives, le poids du sujet reste invariable. Cette distinction se justifie donc. Elle est de plus destinée à mettre en évidence ce fait capital que *la mue n'est pas seulement un phénomène lié à la croissance.* C'est pour n'avoir pas tenu un compte suffisant de cette déduction et pour s'être contenté de cette vue simple que la mue n'était autre que le résultat de l'accroissement des tissus entraînant le rejet d'une enveloppe extérieure rigide devenue trop étroite, que l'importance de ce phénomène semble avoir échappé à l'attention des naturalistes.

MUES DE CROISSANCE. — Nous appellerons donc mues de croissance celles que subit l'animal avant d'atteindre sa forme définitive et d'arriver à l'état adulte. Ce sont elles qui ont été le mieux étudiées, — au point de vue morphologique s'entend, — précisément parce qu'elles fournissent des points de repère excellents pour le tracé des courbes de croissance si largement utilisées ces derniers temps. De l'examen de celles-ci, on a même déduit une loi, dont le caractère de généralité reste à préciser, et qui fixe l'augmentation de la taille d'après les termes d'une progression géométrique dont la raison peut varier avec l'espèce et le sexe. La régularité des courbes obtenues, la succession rapide des mues qu'influencent, d'une façon nette, l'alimentation et la température, montrent qu'à ce moment la mue n'est véritablement qu'une des manifestations de tout un organisme en croissance.

Même, dans les cas où elle est applicable, cette loi ne saurait l'être que pendant les stades jeunes du développement, alors que rien ne vient troubler une croissance régulière et que les mues se succèdent rapidement sans apporter de grandes modifications dans l'aspect extérieur de l'individu. Mais il arrive un moment où cette harmonie est rompue et où se produit une mue singulière d'où l'animal sort plus ou moins transformé, souvent comme s'il avait subi une métamorphose. Cette mue peut intervenir très tôt, dès l'achèvement des stades larvaires, telle, chez les *Palinuridæ* ou les *Scyllaridæ*, la dernière mue du Phyllosome qui donne brusquement un Puerulus, un Nysto, ou encore celle qui, chez les Pagures, libère le Glaucothoë. Puerulus et Glaucothoë ne sont pas encore adultes; leurs glandes sexuelles sont à peine ébauchées ; mais, par leur forme, ils se rapprochent franchement de la Langouste et du Pagure, et leur manière de vivre, qui s'est profondément modifiée à la suite de ce remaniement complet des organes, rappelle maintenant celle

de l'adulte. Je réserverais volontiers pour des mues de cette sorte le nom de *mues imaginales*, si ce terme n'avait été déjà employé par TEISSIER (1933) pour caractériser précisément la *mue de puberté*.

Cette dernière marque la fin des mues larvaires et post-larvaires. Elle se produit au moment où les glandes génitales arrivent à maturité et permet la première fécondation des femelles ; c'est une sorte de mue prénuptiale. Sur les graphiques, elle est parfois indiquée par une discontinuité de la courbe de croissance (P. DRACH, 1933 et 1934) ; morphologiquement, elle se traduit par l'acquisition des attributs sexuels de l'adulte.

MUES REPRODUCTRICES. — A partir de ce moment, les mues, jusque-là très fréquentes, s'espacent et, au moins chez les femelles, paraissent rigoureusement liées à la reproduction. Quelques chiffres apporteront les précisions nécessaires.

Le Homard, durant sa première période de croissance, n'accomplit pas moins de sept mues (W. C. SMITH, 1933), dont certaines se font à cinq jours d'intervalle ; dans sa seconde année, il mue encore cinq fois, et deux fois dans chacune des troisième et quatrième années. Il n'a plus, ensuite, au maximum, qu'une mue annuelle qui, le plus souvent, se produit en août ou juillet. La première ponte intervient vers la septième année, à une taille voisine de 24 centimètres, supérieure à la taille moyenne des mâles de même âge qui dépasse à peine 21 centimètres. Mais les tailles s'égalisent dans la onzième année, puis les mâles prennent l'avantage. C'est qu'en effet, tandis que chez les mâles adultes la mue continue à se produire régulièrement chaque année, elle n'a lieu chez la femelle qu'au moment de la ponte, aucune mue ne se produisant durant la longue période de maturation ovulaire (EHRENBAUM, 1907).

Le même phénomène se constate chez l'Écrevisse. Aux six à sept mues qui caractérisent la première année de croissance, succède une deuxième année marquée de trois à quatre mues. Après quoi les femelles se contentent de muer une fois par an, à chaque ponte, tandis que les mâles, dans le même temps, changent deux fois de carapace, au printemps et à l'automne (CHANTRAN, 1871).

Le Tourteau, dont la première maturité sexuelle se produit dans la cinquième année, a déjà subi quatorze mues pour atteindre une taille de $12^{cm},5$ en moyenne chez la femelle et seulement $10^{cm},3$ chez le mâle (WRIGHT, 1930). Mais, par la suite, le mâle mue plus souvent que la femelle. Celle-ci est fécondée dans les eaux littorales immédiatement après la mue, habituellement en automne et alors qu'elle est encore complètement molle. La ponte a lieu dans les eaux profondes, soit dans l'hiver qui suit, soit un an après, et les larves restent attachées jusqu'à l'été suivant à la mère, qui les ramène dans les eaux littorales. Il s'ensuit que la mue des femelles peut ne se produire qu'une fois tous les deux ou trois ans.

Pour les Amphipodes, M.-L. LEROUX (1933, p. 19), confirmant les indications fournies par E. W. SEXTON (1924) et B. W. KUNKEL (1928) sur divers Gammariens, montre que, chez le *Gammarus Duebeni*, après la maturité génitale, qui est acquise dans les quatre-vingt-dix jours, au bout de treize mues, la vitesse de croissance se ralentit dans les deux sexes ; mais celle du mâle est supérieure à celle de la femelle. La femelle mûre est chevauchée par le mâle. A cet appariage succèdent, tout de même que chez le *Carcinus mœnas*, la mue de la

femelle, l'émission du sperme et la ponte. Les oviductes sont ensuite obturés par un bouchon de mucus. Chaque ponte, donc chaque mue, est séparée par un intervalle de vingt jours. La ponte et la mue sont en effet étroitement liées : « Chaque ponte étant toujours précédée d'une mue, et, à partir de la puberté, chaque mue s'accompagnant normalement d'une ponte. » Et c'est, précisément, parce qu'il n'y a pas de mues intermédiaires aux mues reproductrices que les oostégites ne peuvent pas, contrairement à ce qui a lieu chez les Isopodes, entrer en régression. Pour les mâles, M.-L. LEROUX (*in litt.*) n'a observé aucun rapport entre la mue, l'appariage et la fécondation.

Chez les Isopodes, chaque ponte se trouve intercalée entre deux mues : la première, qui se produit avant la ponte, libère les oostégites ; à la faveur de la seconde, qui a lieu après la sortie des jeunes de la cavité incubatrice, les oostégites disparaissent complètement, ou, comme chez l'*Asellus aquaticus*, ceux qui se forment alors sont très réduits (HÆMMERLI-BOVERI, 1926).

On peut rapprocher de ce cas celui de certains Diplopodes, le *Polydesmus illyricus* par exemple, dont les mâles perdent leurs gonopodes au cours de la mue qui suit la fécondation ; avant une nouvelle fécondation, une mue supplémentaire est nécessaire qui rétablit les appendices copulateurs (VERHOEFF, 1923).

Ces quelques exemples tendent à montrer que, pour les femelles adultes, la mue n'est plus seulement un phénomène de croissance, mais qu'elle est intimement liée à la reproduction. L'interdépendance de ces deux phénomènes apparaît si étroite qu'ils semblent conditionnés l'un par l'autre. Cette vue n'est-elle pas, au surplus, fortifiée par l'inhibition des mues considérée comme une des conséquences les plus ordinaires de la castration parasitaire ? En réalité, PÉREZ (1923) a justement insisté sur le fait que, pour les hôtes des Épicarides, cette inhibition est loin de constituer une règle absolue : des *Portunus* parasités par des *Portunion*, des *Porcellana* parasités par des *Pleurocrypta*, des *Pilumnus* parasités par des *Cancricepon*, des *Eupagurus* porteurs d'*Athelges* continuent de muer, et les femelles des *Xantho floridus* infectées par de gros *Cancricepon pilula* sont fécondées, évidemment à la faveur d'une mue. En vain invoquerait-on que, dans ces cas particuliers, l'action du parasite n'a pas entraîné une castration complète de l'hôte ; celle-ci est de règle chez les Décapodes nageurs, et précisément L. NOUVEL (1933) cite le cas du *Leander serratus* continuant de muer, bien que parasité par le *Bopyrus Fougerouxi*.

Nous possédons d'ailleurs, sur ce point, les expériences décisives de HÆMMERLI-BOVERI (1926) sur les Isopodes et de M.-L. LEROUX (1933) sur les Amphipodes : les *Asellus aquaticus* et les *Gammarus Duebeni* dont les ovaires ont été détruits par irradiation au bromure de radium continuent de muer normalement. Il en est de même des femelles des *Gammarus pulex*, dont la castration permanente est déterminée par la présence des larves d'un Acanthocéphale : le *Polymorphus minutus*.

Donc, nous devons conclure qu'en dépit des apparences la vitellogenèse et la ponte n'ont aucune influence *directe* sur la mue. Et il est très vraisemblable que, dans les cas authentiques où la présence de parasites entraîne du même coup l'inhibition des ovaires et celle de la mue, ces deux phénomènes ont pour cause unique le trouble profond apporté dans le métabolisme de l'hôte.

Il est également significatif que les mâles et les femelles se comportent d'une façon différente en regard de la mue. Dans les pages précédentes, j'ai insisté avec intention sur le fait qu'aucune concordance ne peut être relevée entre la spermatogenèse et la mue, tandis que celle-ci subit un arrêt pendant la maturation des œufs : ce qui explique, en particulier, que les mâles, dont les mues sont plus fréquentes, arrivent à une taille sensiblement supérieure à celle des femelles. D'autre part, alors que le fonctionnement de l'ovaire est discontinu et se fait par poussées successives, dont chacune aboutit à une ponte séparée de la suivante par un temps de repos, depuis la maturité génitale, les vésicules séminales des mâles sont, au contraire, constamment pourvues de spermatozoïdes mûrs. Ainsi, mâles et femelles, dont on sait que le système d'échanges est si différent, se comportent différemment vis-à-vis de la mue. Nous voyons là une raison de plus de considérer celle-ci comme un phénomène en liaison directe avec les modifications du métabolisme, comme une crise périodique et profonde de tout l'organisme, dont le changement de carapace marque simplement à nos yeux la conclusion. C'est pourquoi nous allons l'envisager maintenant à ce point de vue (1).

Mécanisme interne de la mue.

Pour les Arthropodes, qui, comme la plupart des Crustacés, ont leurs téguments constitués à la fois par une cuticule, de la chitine et des sels de chaux, le changement de carapace nécessite une triple opération.

REMPLACEMENT DE LA CUTICULE. — Il y a fort peu de temps, — non sans doute avant les travaux de C. M. YONGE (1932), — que nous savons différencier la cuticule de la chitine. Ces deux couches n'ont ni les mêmes propriétés, ni la même origine. La cuticule est sécrétée par les glandes tégumentaires dont les conduits traversent toute l'épaisseur de la chitine. Elle se reconstitue donc après cette dernière. Le produit de sécrétion des glandes tégumentaires contient du glycogène et des phospholipides adsorbés provenant surtout, au moins chez *Carcinus*, de l'hépatopancréas.

Il est possible que ces glandes tégumentaires aient un autre rôle. YONGE a remarqué qu'avant et pendant la mue les couches inférieures de l'ancienne chitine sont dissociées, et peut-être dissoutes, par l'action de cellules qui émigrent des tissus sous-jacents. Or, de récentes observations de WIGGLESWORTH (1933) sur la mue d'un Hémiptère hématophage, le *Rhodnius prolixus*, tout en confirmant le rôle des glandes tégumentaires dans la formation de la nouvelle cuticule, leur attribuent, en outre, la sécrétion d'une sorte de liquide qui « digérerait » l'ancienne cuticule ; celle-ci serait ainsi résorbée à travers la nouvelle cuticule, dont l'imperméabilité ne serait acquise qu'après la mue.

REMPLACEMENT DE LA CHITINE. — La chitine se présente ici sous l'aspect d'une couche d'épaisseur variable formée de très petites lamelles horizontalement superposées.

(1) Je note, en passant, que, d'après les travaux d'A.-H. MORGAN (1932), les larves d'un Éphéméride, *Hexagenia recurvata*, amputées de leurs branchies et accusant une réduction de moitié de la consommation d'oxygène et de l'élimination d'oxyde de carbone, ne muent jamais.

Celles-ci proviennent de l'épaississement de la partie distale des cellules de l'épithélium chitinogène ; chacun des épaississements successifs correspond à une lamelle de chitine.

On sait le rôle prépondérant du glycogène dans l'élaboration de cette substance. C'est CLAUDE BERNARD (1879) qui, le premier, a signalé pendant la mue la présence du glycogène dans les cellules du tissu sous-jacent à l'épithélium chitinogène. VERNE (1924) précise qu'à ce moment il s'accumule dans le liquide qui imbibe la substance fondamentale du tissu conjonctif œdématié. Ce glycogène tégumentaire est très rapidement utilisé et disparaît avec l'édification de la nouvelle enveloppe. Mais le glycogène existe à l'état normal dans les muscles (HOET et KERRIDGE, 1926) et surtout dans l'hépatopancréas (VITZOU, 1882), où il est contenu dans les cellules propres de l'organe. Avant la mue, on note une augmentation de cette substance qui est alors charriée par le sang dans les téguments. Cet échange de matière se produit tant que la nouvelle chitine n'est pas entièrement constituée ; puis l'hépatopancréas et les muscles recommencent à accumuler, plus ou moins rapidement, du glycogène qui sera utilisé à la mue suivante.

La constitution même de la chitine (1) et l'existence de ce cycle que les travaux de VERNE (1932), de DAMBROVICEANU (1932) ont, entre autres, contribué à élucider, semblent faire de la présence du glycogène une condition nécessaire à sa formation. Cependant, MILLOT (1926), auquel on doit des études pénétrantes sur la mue des Araignées, constate, dans l'organisme de ces derniers, une absence totale de glycogène « au moins sous une forme histologiquement décelable ». Celui-ci existerait-il sous une forme masquée ? Il rappelle, à ce propos, les observations de COUVREUR (1895) sur la formation du glycogène au début de la chrysalidation du Ver à soie, alors que la quantité de graisse diminue corrélativement et se demande s'il n'y aurait pas un balancement de cet ordre chez les Araignées, dont le métabolisme est à base de corps gras. Cette suggestion est intéressante et la question mérite certainement d'être reprise, car je vois que, dans l'hépatopancréas du Crabe (*Carcinus*) et du Homard, PAUL et SHARPE (1916) ont trouvé, lorsque la mue approche, de 20 à 50 p. 100 de graisses qui disparaissent après solidification de la nouvelle carapace.

CALCIFICATION DE LA NOUVELLE CARAPACE. — Les sels de chaux qui entrent dans la composition de la carapace sont des carbonates et des phosphates. Chez l'Écrevisse, on a affaire presque uniquement à du carbonate, de même chez le Crabe (*Cancer*), où l'on trouve 80 p. 100 de $CaCo^3$; mais, chez le Homard, il y a une grande proportion de phosphate. Où l'animal puise-t-il les réserves calcaires considérables qui lui sont nécessaires pour l'édification de la nouvelle carapace ?

1° On observe d'abord, dans quelques cas, une dissolution de la vieille carapace. HERRICK (1896) a noté, en effet, qu'un peu avant la mue celle-ci se décalcifie, principalement au niveau de la ligne médiane dorsale. ELMHIRST (1930) a calculé que le poids de la carapace enlevée en dehors de la période de mue est supérieure de 30 p. 100 au poids d'une exuvie de même taille. Un phénomène analogue se produit, dans de plus faibles proportions, chez le Crabe.

(1) La chitine donne, par hydrolyse, des glucosamines résultant de la substitution d'un groupement NH^2 à un groupement OH dans une molécule de glucose.

En dehors de cette source de calcaire qui, on le voit, n'est pas négligeable, il faut rappeler que les exuvies sont très généralement dévorées par les individus qui viennent de muer. PAUL et SHARPE (1916) font la remarque que, si l'on enlève à un Homard qui vient de muer son ancienne carapace, il lui faut trois mois pour que la nouvelle atteigne 60 p. 100 de l'épaisseur de celle-ci ; si on lui laisse sa carapace, il la mange et durcit en dix jours. On sait que, même chez les Amphipodes, les exuvies sont très régulièrement absorbées.

2° Souvent l'hépatopancréas tient aussi lieu de réserve calcaire. C'est là en particulier que le *Cancer* — lequel, par exception, ne mange jamais son exuvie, — puise une partie du calcium nécessaire : immédiatement avant la mue, on en trouve 20 p. 100 ; ce pourcentage diminue progressivement jusqu'à 0 au cours du durcissement de la carapace. Les dosages ont donné des résultats analogues chez le *Lithodes maia*.

3° On connaît, enfin, le rôle des gastrolithes de l'Écrevisse. Ils apparaissent sur les parois latérales de la portion cardiaque de l'estomac, entre la couche de chitine et l'épithélium chitinogène, une dizaine de jours avant l'exuviation. A la faveur de celle-ci, ils tombent dans l'estomac, où ils se dissolvent, et disparaissent au fur et à mesure que la calcification s'opère. Chez le Homard, il existe, à la même place, des bâtonnets de calcaires, pouvant atteindre 2 centimètres de diamètre et une épaisseur de 5 millimètres, qui évoluent de même façon. Les pièces de l'estomac des Pagures s'imprègnent également de calcaire et prennent, alors, un aspect nacré caractéristique.

Donc, quelque temps avant la mue, on voit l'animal se saturer de calcaire qui précipite et constitue des réserves. Après l'exuviation, ces réserves sont dissoutes et employées, concurremment avec celles que procure l'absorption de l'exuvie, à la solidification de la nouvelle carapace. Toutes ces substances sont charriées par le sang, de même que le glycogène, et diffusent dans des canalicules intracuticulaires, et les sels calcaires pénètrent ainsi dans l'épaisseur de la cuticule.

MODIFICATION DU LIQUIDE CAVITAIRE. — Le liquide cavitaire, par l'étude de ses modifications successives, doit révéler la trace du grand rôle de vecteur qu'il assume à ce moment. Malheureusement, à part le récent travail d'A. DAMBROVICEANU (1932), auquel nous empruntons la plupart des chiffres qui suivent, nous ne possédons que des données fragmentaires sur cette phase capitale de la mue.

En temps normal, c'est-à-dire dans l'intervalle de deux mues, le sang de l'Écrevisse est incolore ; son *p*H varie de 7,77 à 7,83 ; sa réserve alcaline oscille entre $36^{cc},4$ et $37^{cc},2$ de CO^2 pour 100 centimètres cubes de sang ; la teneur en calcium est de 40 à 43 milligrammes pour 100 centimètres cubes de sang.

Dix à douze jours avant le rejet de la carapace, alors que les premières réserves calcaires apparaissent dans le sac cardiaque, le sang se colore peu à peu en rose ; son indice réfractométrique s'élève ; le taux des protéines coagulables par la chaleur augmente jusqu'à atteindre 8 à 9 grammes pour 100 centimètres cubes de sang, tandis que la réserve alcaline, au moment de l'exuvation, a presque doublé et se chiffre par 64,9 à 67,2.

Pendant la consolidation de la nouvelle carapace, le sang coagule si vite qu'il bouche la pipette et rend la saignée très difficile ; son *p*H augmente dans de grandes proportions,

il passe de 7,8 à 8,3 ; la réserve alcaline, tout en restant supérieure à ce qu'elle est à l'état normal, commence à faiblir ; on la chiffre entre 48,1 et 44,3 ; la teneur en calcium oscille entre 30 et 40, comme si la précipitation se faisait par à-coups. En réalité, la quantité totale de calcium est en très grosse augmentation, car, au moins chez le Homard, PAUL et SHARPE (1916) ont constaté qu'immédiatement après la mue le volume du sang s'est considérablement accru : il peut avoir décuplé : KOLLMANN (1908) avait déjà noté que, quelques jours après le rejet du tégument, la glande lymphoïde entre dans une période d'active prolifération.

Ajoutons à ce tableau que, d'après A. DRILHON (1933), chez le *Maia squinado* en train de muer, la teneur du sang en glucose s'élève, l'animal trouvant alors dans la consommation de ce dernier une puissante source d'énergie. Le même auteur signale que le sang des femelles contient deux fois plus de phosphore total que celui des mâles et que le phosphore minéral diminue nettement après la mue, au profit du phosphore organique.

En somme, les faits dominants sont une augmentation considérable de la réserve alcaline qui peut passer de $36^{cc},4$ de CO^2 pour 100 centimètres cubes de sang à 67,2 suivie d'une modification importante du *p*H, qui, de 7,7, passe à 8,3, et d'une forte augmentation dans le sang du calcium total.

On saisit tout de suite l'importance de ces changements : dans ce milieu riche en CO^2, les tissus se chargent de sels de chaux, qui, à la moindre perte de gaz carbonique enregistrée par les modifications du *p*H, deviennent partiellement insolubles et précipitent.

La réalité d'un tel processus est en conformité avec l'opinion d'HOFMEISTER (1910), opinion corroborée, dans une large mesure, par les observations de RAPKINE et PRENANT (1925) sur la formation des spicules des larves d'Oursins. Ces auteurs ont, de plus, montré que, dans ce cas particulier, l'élévation du *p*H va jusqu'à 8 et même 8,5, et que l'alcalinisation du milieu provoquant la précipitation du calcaire est due à l'absorbtion du gaz carbonique par les cellules du mésenchyme.

D'autre part, après ce que nous avons vu de l'augmentation du phosphore dans le sang, il n'est pas sans intérêt de rappeler que ROBISON (1924) a constaté que la précipitation du phosphore organique se produit dans des conditions spécialement favorables à un *p*H 8,5.

Le pouvoir précipitant du sang de l'Écrevisse a été prouvé *in vitro* par DAMBOVICEANU (1930) : alors que le sang normal ne trouble jamais une solution de chlorure de calcium à 1 p. 100, même quand il y est ajouté en excès, une seule goutte de sang pris au moment de la consolidation de la carapace est parfois suffisante pour troubler la solution de $CaCl^2$. Il ne paraît pas indispensable de faire intervenir dans ces réactions, que le jeu des équilibres ioniques suffit à expliquer, l'action hypothétique d'un ferment, ainsi que le font ROBISON, d'une part, CANTACUZÈNE et DAMBROVICEANU (1932), de l'autre.

En regard de ce tableau qui concerne les Arthropodes à carapace calcaire, et pour mieux comprendre ce qui les caractérise en propre, il convient d'examiner rapidement les principales modifications qui surviennent dans les tissus au moment de la mue chez ceux qui, comme les Araignées, sont uniquement revêtus de chitine. La question a été parfaitement traitée par MILLOT (1926), auquel nous renvoyons pour plus de détails. Le fait

le plus remarquable est le déclenchement brusque, une huitaine de jours avant l'exuviation, d'une crise de mitose intéressant tous les tissus, et en particulier les globules du sang. Une des conséquences de cette karyokinèse intense est un épaississement considérable du sang, à tel point que, sur les coupes, la lumière des lacunes est occupée par un véritable « tissu globulaire formé d'éléments adhérents les uns aux autres et déformés par pression réciproque ». Dissous dans le plasma, ou fixés sur les leucocytes granuleux apparaissent des corps à fonction phénolique (mono et diphénols) (MILLOT et JONNART, 1933). Après l'exuvation, tout rentre dans l'ordre, les mitoses cessent ; il se produit une destruction globulaire partielle, les cellules vacuolaires se vident et le plasma redevient fluide ; il n'y a plus trace de phénols. La crise a duré une quinzaine de jours.

Comme chez les Crustacés, et plus encore que chez ces derniers, le sang devient extrêmement épais ; mais *le pH n'a pas varié : il reste aux environs de 8,3, c'est-à-dire très alcalin.*

Cette dernière constatation est extrêmement intéressante ; elle tend à expliquer l'absence d'imprégnation calcaire de quelque importance des téguments des Araignées et montre que le remplacement de l'enveloppe chitineuse se fait sans aucun trouble de l'alcalinité des tissus.

C'est, au contraire, parce que les Crustacés ont la faculté de dissoudre en abondance, d'absorber et de précipiter les sels de chaux, que se constitue et se renouvelle la carapace calcaire dont ils sont revêtus. Or, il est remarquable que cette faculté n'est point transitoire et apparaît comme une des caractéristiques de leur métabolisme normal. En effet, il y a déjà longtemps, BOHN (1898) avait été frappé du fait que des Décapodes placés en vase clos, au lieu d'augmenter la teneur en gaz carbonique du milieu, absorbent du CO^2 et fabriquent des carbonates. Sans doute, les moyens d'investigation que l'on possédait alors pour établir le quotient respiratoire des Invertébrés marins peuvent prêter à critique, mais voici que T. et W. PARSONS (1923) semblent confirmer les vues de BOHN en montrant que les Crustacés peuvent absorber des quantités de CO^2 proportionnellement deux ou trois fois plus grandes que l'eau de mer. On voit tout l'intérêt que présenteraient de nouvelles recherches sur ce point, et en particulier sur les conditions qui influent sur la teneur en CO^2 du sang, laquelle règle à son tour la teneur en calcium de celui-ci. Après ce que nous savons, pour d'autres organismes, de l'accumulation temporaire de CO^2 consécutive à la maturation des œufs et de la concordance que nous avons constamment relevée entre la ponte et la mue des Crustacés, ne serait-il pas particulièrement indiqué de rechercher dans cette voie la raison de cette concordance ? Mais nous touchons là à la question du déterminisme de la mue, qui mérite un paragraphe spécial.

Déterminisme de la mue.

Tous les auteurs sont d'accord pour constater qu'une bonne alimentation des sujets maintenus en élevage à une température convenable favorise les mues, peut les rendre plus fréquentes. Pour le Homard, par exemple, SMITH (1933) a calculé que, dans la première période de croissance, la fréquence des mues atteint son maximum vers le milieu

du mois d'août, puis diminue jusqu'en novembre ; quand la température tombe à 10°, les mues cessent pour reprendre en avril avec une nouvelle élévation de la température. J'ai rappelé qu'on avait pu arrêter complètement les mues en mettant les organismes dans des conditions défavorables.

Mais, si ces observations et ces expériences montrent que la mue est, au même titre que les autres fonctions de l'organisme, sensible aux variations des conditions générales de l'existence, elles ne nous renseignent nullement sur son déterminisme. Nous avons vu que la mue est un bouleversement général et périodique de l'organisme, à la faveur duquel l'animal augmente souvent de taille et de poids et, par un mécanisme complexe, change de carapace. Ce phénomène prend donc les allures d'une crise, d'une crise rapide et profonde, et son déterminisme ne nous sera connu que si nous arrivons à connaître les facteurs qui, le moment venu, déclenchent cette crise.

Nous sommes loin d'en être là et, pour ma part, je ne connais, concernant les Crustacés, aucune expérience précise sur ce point. Mais on sait qu'une théorie hormonique de la mue s'est fait jour chez les Insectes. VON BUDDENBROCK (1931), en particulier, a montré non seulement que la mue des chenilles est liée à la sécrétion de la glande de Verson, mais il a pu provoquer l'exuvation précoce de chenilles de Sphingides ayant récemment mué en leur injectant du sang d'individus annonçant une mue prochaine.

Plus curieuses encore sont les expériences toutes récentes de WIGGLESWORTH (1934) sur une Punaise hématopahge, *Rhodnius prolixus*. Chez cette espèce, la mue se produit à intervalle fixe après le repas ; l'animal devient adulte à la cinquième mue, qui survient en moyenne vingt-huit jours après la prise de nourriture. Si la tête est sectionnée aussitôt après le repas, la mue ne se produit pas, bien que des animaux ainsi décapités aient vécu plus de onze mois. Mais il existe une période critique, qui comprend environ les sept jours qui suivent la prise de sang, et au delà de laquelle la mue n'est pas influencée par la décapitation. Bien plus, si le sang d'un individu décapité après cette période est amené à circuler dans un individu décapité pendant la période critique, celui-ci fait normalement sa mue. L'auteur conclut à l'existence d'une « moulting hormone », sécrétée évidemment dans la partie céphalique et probablement par le *corpus alatum*, dont les modifications cellulaires se montrent en concordance avec les possibilités d'exuviation.

MILLOT (1926), pour les Araignées, pense que les facteurs internes jouent un rôle primordial dans la détermination de la mue et considère comme possible l'action d'une hormone spéciale sécrétée par le tissu interstitiel. Mais, à la suite de sa découverte, faite en collaboration avec R. JONNART (1933), de la présence constante de corps phénoliques dans le sang des individus sur le point de muer, il se demande « si l'apparition dans le sang de ces substances généralement toxiques ne serait pas une des causes du phenomène si complexe qu'est la mue chez les Arthropodes ».

Nous n'avons aucune raison de nier *a priori* l'existence d'une hormone contrôlant la mue des Crustacés ; seule, l'expérimentation peut nous éclairer sur ce point. Mais, en attendant, et pour nous en tenir aux faits acquis, nous constatons qu'il arrive périodiquement, dans le cycle vital des Crustacés, et par la nature même des échanges qui s'établissent, un moment où l'équilibre de ces échanges est rompu : le glycogène se forme en excès et n'est

plus entièrement consommé ; les graisses, le calcaire, absorbés en abondance et que le sang doit charrier, encombrent les tissus.

On ne peut se défendre de l'impression que l'organisme arrive ainsi peu à peu à un taux de saturation de toutes ces substances qu'il lui est impossible de dépasser et qui le conduit fatalement à une crise d'épuration massive d'où renaîtra l'équilibre normal.

C'est en suivant pas à pas le processus de cette mise en charge, son retentissement progressif sur tous les organes et toutes les fonctions, en particulier sur les fonctions excrétrices dont on devine le rôle important à ce moment, que l'on arrivera, j'en suis persuadé, à saisir le mécanisme intime de la mue, son déterminisme, ses conséquences. Alors, mais alors seulement, nous pourrons essayer de comprendre la biologie des Crustacés et la diversité de leur comportement. La morphologie est intéressée, au même titre, à la solution de ces questions. Il n'est pas douteux, par exemple, que le jour où nous saurons les raisons qui font les Pagures des organismes à calcification incomplète, à abdomen mou, nous serons bien près de comprendre l'origine et l'évolution de ce groupe tout entier.

Puisse cette rapide étude tomber sous les yeux de quelque jeune biologiste suffisamment armé pour scruter les différentes faces du problème et le guider, peut-être, dans l'accomplissement d'une tâche où les difficultés abondent.

OUVRAGES CITÉS

1898. BOHN (G.), De l'absorption de l'anhydride carbonique par les Crustacés décapodes (*C. R. Soc. Biol.*, séance du 5 novembre).

1931. BUDDENBROCK (W. VON), Untersuchungen über die Häutungshormone der Schmetterlingsraupe, II. (*Zeitschr. f. vergl. Phys.*, XIV, p. 415).

1932. CANTACUZÈNE (J.) et DAMBROVICEANU (A.), Modifications cytologiques qui se produisent dans le tégument de l'*Astacus fluviatilis* au moment de la mue (*C. R. Soc. Biol.*, CIX, p. 998).

1871. CHANTRAN, Observations sur l'histoire naturelle des Écrevisses (*C. R. Acad. Sc.*, LXXI, p. 43).

1879. CLAUDE-BERNARD, Leçons sur les phénomènes de la vie, p. 113.

1895. COUVREUR, Sur la transformation de la graisse en glycogène chez le Ver à soie pendant la métamorphose (*C. R. Soc. Biol.*, 1895).

1930. DAMBROVICEANU (A.), Métabolisme du calcium chez *Astacus fluviatilis* pendant la mue (*C. R. Soc. Biol.*, CV, p. 913).

1932. DAMBROVICEANU (A.), Composition chimique et physico-chimique du liquide cavitaire chez les Crustacés Décapodes. Physiologie de la calcification (*Arch. roumaines*, V, nº 2. Thèse de la Faculté de Strasbourg).

1933. DRILHON (A.), Le glucose et la mue des Crustacés (*C. R. Acad. Sc.*, CXCVI, p. 506) — Le phosphore et la mue des Crustacés (*Id.*, p. 725).

1933. DRACH (P.), Sur la croissance de l'abdomen chez les Brachyoures. Cas du *Portunus puber* (*Id.*, CXCVII, p. 93).

1934. DRACH (P.), Sur la croissance de l'abdomen ches les Brachyures ; discontinuités chez *Carcinus mænas* Pen. (*C. R. Soc. Biol.*, CXVI, p. 138).

1907. EHRENBAUM (E.), Künftliche Zucht und Wachstum des Hummers (*Mitt. deutsch. Seefischerei-Vereins*, nº 6, p. 1-18).

1930. ELMHIRST (R.), Notes on the Growth of Lobsters (*Rep. on Crabs of the interdepartmental Committee*, London, p. 82).

1933. FAGE (L.), Pêches planctoniques à la lumière, effectuées à Banyuls-sur-Mer et à Concarneau, III, Crustacés (*Arch. de Zool. exp. et gén.*, LXXVI, p. 105).

1926. HÆMMERLI-BOVERI (V.), Ueber die Determination des sekundären Geschlechtsmerkmale der weiblichen Wasserassel durch das Ovar (*Zeitschr. vergleich. Physiol.*, IV, p. 668).

1896. HERRICK (F. H.), The American lobster : a study of its habits and development (*Bull. U. S. Fish. Comm.*, XV).

1926. HOET (J.-P.) and KERRIDGE (P. M. T.), Observations on the muscles of normal and moulting Crustacea (*Proc. Roy. Soc. London*, DCCII, p. 116).

1910. HOFMEISTER, Ueber Ablagerungen und Resorbtion von Kalksalzen in den Geweben (*Erg. Phys.*, X, p. 429).

1908. KOLLMANN (M.), Recherches sur les leucocytes et le tissu lymphoïde des Invertébrés (*Ann. Sc. Nat. Zool.*, 9ᵉ série, VIII, p. 1 à 240).

1928. KUNKEL (B. W.) and ROBERTSON (J. A.), Contributions to Study of relative Growth in *Gammarus Chevreuxi* (*Journ. Mar. Biol. Assoc.*, XV, p. 655).

1933. LE ROUX (M.-L.), Recherches sur la sexualité des Gammariens (*Bull. Biol. France et Belgique*, Suppl. XVI) (Thèse de Paris).

1926. MILLOT (J.), Contribution à l'histo-physiologie des Aranéides (*Bull. Biol. France et Belgique*, Suppl. VIII) (Thèse de Paris).

1933. MILLOT (J.) et JONNART (R.), Sur la présence de corps à fonction phénolique libres dans le sang des Araignées (*C. R. Acad. Sc.*, CXCVII, p. 1002).

1932. MORGAN (A.-H.) and GRIERSON (M. C.), The functions of the gills in burrowing May Flies (*Hexagenia recurvata*) (*Physiol. Zool.*, V, p. 230).

1933. NOUVEL (L.), Sur la croissance et la fréquence des mues chez les Crustacés décapodes Natantia (*Bull. Soc. Zool. France*, LVIII, p. 71). — Sur la mue des *Leander serratus* parasités par *Bopyrus Fougerouxi* (*C. R. Acad. Sc.*, p. 811).

1923. PARSONS (T. a. W.), Observations on the transport of Carbon Dioxide in the blood of some marine invertebrates (*Journ. gen. Physiol.*, VI, p. 154).

1916. PAUL (J.-H.) and SHARPE (J.-S.), Studies in calcium metabolism. I. The deposition of lime salts in the integument of Decapod Crustacea (*Journ. of Physiol.*, L, p. 183).

1923. PÉREZ (Ch.), Sur la mue des Crustacés décapodes parasités par des Épicarides (*C. R. Acad. Sc.*, CLXXVI, p. 1763).

1925. RAPKINE (L.) et PRENANT (M.), Réaction du liquide blastocœlien chez le pluteus d'Oursin dans la première phase du développement (*Id.*, CLXXXI, p. 1099).

1924. ROBISON (R.) and SOAMES (K. M.), The possible significance of hexose phosphoric sters in ossification (*Biochem. Journal*, XVIII, p. 740).

1924. SEXTON (E. W.), The moulting and growth-stages of *Gammarus* with descriptions of the normals Intersexes of *G. Chevreuxi* (*Journ. Mar. Biol. Assoc.*, XIII, p. 340).

1933. SMITH (W. C.), A Lobster-rearing experiments contributing some addition to knowledge of the early life-history of *Homarus vulgaris* (*Rep. for 1932 on the Lancashire Sea-Fisheries Laboratory*, Liverpool, p. 5-16).

1933. TEISSIER (G.), Étude de la croissance de quelques variants sexuels chez *Macropodia rostrata* L. (*Bull. Biol.*, LXVIII, p. 401).

1923. VERHOEFF (K. W.), Diplopoden Aufsatz (*Zool. Anz.*, p. 241).

1924. VERNE (J.), Note histochimique sur le métabolisme du glycogène pendant la mue, chez les Crustacés (*C. R. Soc. Biol.*, XC, p. 186).

1882. VITZOU (A.-N.), Recherches sur la structure et la formation des téguments chez les Crustacés décapodes (*Arch. Zool. exp. et gén.*, X, p. 451).

1933. WIGGLESWORTH (V. B.), The physiologie of the cuticle and of ecdysis in *Rhodnius prolixus* (*Quart. Journ. micr. Sc.*, p. 269).

1934. WIGGLESWORTH (V. B.), Factors controlling Moulting and Metamorphosis in an Insect. (*Nature*, 133, p. 725).

1930. WRIGHT (F. S.), Report on an investigation into the size, sex and condition of Crabs in England and Wales (*Rep. on Crabs of the interdepartmental Commitee*, London, p. 13).

1932. YONGE (C.-M.), On the Nature and Permeability of Chitine. I. The Chitine Lining the Foregut of Decapod Crustacea and the Function of the Tegumental Glands (*Proc. Roy. Soc. London*, DCCLXXII, p. 298).

Les Acariens commensaux ou parasites des Crustacés

Par MARC ANDRÉ

Divers Acariens terrestres, bien que n'étant pas parasites, se fixent sur un hôte (en général un Insecte), sans lui nuire d'ailleurs, seulement pour qu'il les véhicule d'un lieu à un autre.

Ils ne montrent cette faculté de se faire ainsi transporter qu'à un stade déterminé de leur évolution, qui, dans le cas de beaucoup le plus fréquent, est celui de deuxième nymphe, et pour leurs migrations, ils sont pourvus de moyens variés.

Par exemple, certains représentants de la famille des *Uropodidæ*, parmi les Gamasiformes, émettent, à ce moment de leur existence (stade de deutonymphe ou nymphe homéomorphe), par l'orifice soi-disant anal (uropore), un unique gros fil de matière visqueuse solidifiée (styloprocte), avec lequel ils se fixent fortement sur le corps d'un hôte et dont ils ne se libèrent qu'arrivés à destination.

Cet hôte est, en général, un Insecte (souvent un Coléoptère coprophage).

Mais ces nymphes ont été rencontrées aussi sur des Crustacés Isopodes et Amphipodes.

Dès 1791, G. SHAW (Pl. LXIV) mentionnait un Isopode terrestre, l'*Armadillo armadillo* L. [*Oniscus*], parmi les hôtes qu'il indiquait pour la nymphe d'un Uropodide qu'il appelait *Acarus vegetans* [Fuessly (*non* De Geer)] et qui est le *Phaulocylliba orbicularis* O. F. Müller [*Acarus*] (OUDEMANS, 1929, p. 133 et 925) (1).

De semblables formes migratrices d'*Uropodidæ* ont été également signalées comme s'attachant à des *Porcellio* (N. BANKS, 1915, p. 87) : en particulier, sur le *P. scaber* Latr.

(1) A cette espèce est d'ailleurs identique le *Discopoma romana* G. et R. Canestrini.

on observe parfois en grandes quantités la deutonymphe de l'*Uropoda* (*Fuscuropoda*) *marginata* C. L. Koch (Vitzthum, 1928, p. 190).

Le Prof. Ritzema Bos a trouvé à Leyde, fixées sur des *Oniscus asellus* L., d'abord deux deutonymphes d'Uropodides, puis une forme hypopiale d'un Sarcoptide, qui ont été décrites par A.-C. Oudemans sous les noms d'*Uropoda Ritzemai* et *U. Bosi* (1903, p. 88 ; 1904, p. 114 et 115) et d'*Anoetus phyllophorus* (1905, p. 238 ; 1912, p. 236).

De même, plusieurs exemplaires de la deutonymphe d'un autre Sarcoptide, l'*Anoetus digitifer* Trägårdh, ont été rencontrés par H. Wichmann en 1923 sur le *Trichoniscus alpestris* Heller dans une grotte de la Basse-Autriche, près de Brunneck (Vitzthum, 1926, p. 156).

Mais ce sont là des cas accidentels.

Au contraire, une véritable spécificité d'association avec des Crustacés a été constatée chez les deutonymphes de certains Uropodides.

En 1887, Th. Barrois (p. 1) a relaté qu'il avait rencontré dans la baie d'Authie (Pas-de-Calais) divers Amphipodes de la famille des *Orchestiidæ* : *Talitrus locusta* O. Sars [= *saltator* Mtg.], *Orchestia littorea* O. Sars [= *gammarellus* Pallas] et *O.* (*Talorchestia*) *Deshayesi* Aud., portant à leur face ventrale, entre les pattes thoraciques, un plus ou moins grand nombre (jusqu'à dix ou douze) de nymphes pédonculées pour lesquelles il a créé une espèce nouvelle : *Uropoda orchestiidarum* ; d'après Berlese et Trouessart (1889, p. 125), cette forme ne constituerait peut-être qu'une variété d'*U. vegetans* De Geer, mais elle appartient, en réalité, au genre *Phaulodinychus* Berlese (Halbert, 1920, p. 130).

Ces mêmes nymphes ont été retrouvées dans des conditions identiques d'habitat par E. Chevreux sur la côte Atlantique française (au Croisic) et en Algérie (Cherchell) (1).

A. Della Valle (1893, p. 289) a vu à Naples, fixés en assez grand nombre sur les branchies et les pattes abdominales de l'*Orchestia Deshayesi* Aud., des individus d'une espèce correspondant par sa forme à l'*Uropoda orchestiidarum* Barr.

Sur la face ventrale d'un *Orchestia gammarellus* Pallas, J. N. Halbert (1920, p. 130) a observé en Irlande (côte de Dublin) une deutonymphe d'une autre espèce, le *Phaulodinychus* (= *Haluropoda*) *minor* Halb.

P. Lesne (1896, p. 164) a donné le nom de *phorésie* à ce phénomène consistant en ce qu'un animal se sert d'un hôte, sur lequel il s'attache d'une façon temporaire, uniquement comme d'un véhicule destiné à le transporter dans un milieu où il doit se nourrir et se développer : le porteur et le porté n'ont entre eux que des relations très passagères qui cessent dès qu'ils sont arrivés à destination.

C'est seulement dans le cas où les Acariens se fixeraient en nombre trop considérable sur leur hôte que leur accumulation pourrait constituer pour celui-ci une gêne, ou même un danger.

En 1875, dans son livre : *Les commensaux et les parasites dans le règne animal* (p. 125),

(1) En même temps que ces nymphes pédonculées, Chevreux a trouvé, vivant librement sur la plage du Croisic, des mâles de cette espèce qui ont été décrits en 1889 (p. 125) par Berlese et Trouessart ; mais ces auteurs avaient alors attribué à l'*U. orchestiidarum* des femelles (recueillies dans cette localité), que Trouessart a reconnues ultérieurement (1902, p. 41) comme appartenant à une espèce différente, le *Phaulocylliba littoralis* Trt. [*Discopoma*].

P. J. VAN BENEDEN rappelle qu'il a mentionné (1870, p. 353), sous le nom d'*Acarus* (*Acaridina*) *balænarum*, un Acarien dont il avait trouvé plusieurs individus entre des *Tubicinella trachealis* Shaw (Cirripèdes) et des *Cyamus erraticus* Rouss. de Vauzème (Amphipodes), sur un morceau de peau de *Balæna australis* Gray.

Cette Mite n'est pas parasite : elle appartient au groupe des Sarcoptides détriticoles et, comme son corps aurait été recouvert de nombreuses et longues soies plumeuses, A. MURRAY (1877, p. 282) pensait que c'était un *Glycyphagus* ; mais A.-C. OUDEMANS (1924, p. 230 et 273) a fait remarquer que la figure donnée par VAN BENEDEN montre tout au plus une dizaine de poils courts, et il est d'avis que cette espèce, dont les types n'ont malheureusement pu être retrouvés, est plutôt un Tyroglyphide, qu'il classe dans la famille des *Rhizoglyphidæ*.

Au contraire, l'existence de Tyroglyphides réellement parasites a été plus récemment signalée.

Dans le marsupium d'Amphipodes des côtes du Danemark, appartenant au genre *Bathyporeia*, H.-J. HANSEN (1897, p. 72) a observé, à diverses reprises, en même temps que des individus d'un Copépode parasite (*Sphæronella paradoxa* Hans.), plusieurs spécimens d'une espèce qui se range dans la famille des *Tyroglyphidæ*.

A.-S. PEARSE (1930, p. 14) a fait connaître un *Tyroglyphus eriocheir* vivant dans la cavité branchiale du Crabe de Chine (*Eriocheir sinensis* H. M.-Edw.), qui, dans sa patrie, habite les eaux saumâtres, mais peut remonter loin dans les rivières (1).

Le même auteur (1929, p. 230) a trouvé en Floride, sur les branchies d'un Crabe terrestre, le *Gecarcinus lateralis* Frem., une seule nymphe d'un *Rhizoglyphus* sp., et sur les branchies d'un Pagurien, le *Cœnobita diogenes* Latr., de nombreux individus (femelles et larves) d'un Acarien qu'il a décrit (1929, p. 225) sous le nom d'*Ewingia cœnobita*, comme type d'un nouveau genre et pour lequel il a créé une famille spéciale, celle des *Ewingiidæ*, qui doit se placer près des *Sarcoptidæ*.

En 1880, dans son mémoire : *Die Milben als Parasiten der Wirbellosen* (p. 38 et 80), G. HALLER ne citait comme Acarien parasite sur un Crustacé que l'unique cas suivant (2) :

G. VON FRAUENFELD (1868, p. 61 et 893) a signalé qu'aux îles Nicobar, sur l'abdomen mou d'un Pagure (*Calcinus tibicen* Herbst), logé dans la coquille d'un Triton (*Simpulum chlorostoma* Lk.), il avait trouvé un Acarien, le *Cyclothorax carcinicola*, qui lui paraissait ressembler à un Ixode, mais qu'il croyait pourvu seulement de six pattes et, par conséquent, à un stade jeune. Toutefois, il admettait lui-même que ce parasitisme pourrait bien avoir été accidentel. Aussi HALLER n'a-t-il enregistré cette observation qu'avec les plus grandes réserves : il pense, du reste, que la description donnée par Frauenfeld indiquerait peut-être un Gamaside plutôt qu'un Ixodide.

C'est en effet à cette conclusion que sont arrivés H. GRAF VITZTHUM (1928, p. 193)

(1) Ce Crustacé a été importé en Allemagne et, depuis 1912, s'y est parfaitement acclimaté dans la mer et les eaux douces.

(2) En 1899, dans son *Essai sur les parasites et les commensaux des Crustacés* (p. 589), le Dr J. RICHARD ne mentionnait que trois espèces d'Acariens ayant des relations avec des Crustacés.

et A.-C. OUDEMANS (1932, p. LXII) : ils ont reconnu que l'espèce en question est une forme octopode (1) qui appartient au groupe des Gamasides.

Le Dr OUDEMANS admet qu'elle semble se rapprocher surtout des *Antennurella* Berlese et *Fedrizzia* Canestrini : il croit, d'ailleurs, que la présence de ce *Cyclothorax* sur le Pagure s'explique par une inadvertance du collecteur qui, au cours d'une excursion, avait dû réunir dans un même récipient, avec la coquille habitée par le Crustacé, quelque animal (Arthropode ou Reptile) duquel se serait détaché le parasite.

D'autre part, VITZTHUM (1928, p. 194) a cru pouvoir assimiler à ce *Cyclothorax carcinicola* deux Acariens qu'il avait reçus du Dr FULMEK et qui avaient été recueillis en 1925 par M. J.-C. VAN DER MEER MOHR sur des Pagures (d'espèce indéterminée, peut-être du genre *Cœnobita*) de la côte Est de Sumatra. Le fait que c'étaient des individus mâles, et non des deutonymphes ou des femelles, lui paraît montrer que l'espèce n'utilise pas le Crustacé seulement comme véhicule, mais qu'il s'agit d'un véritable parasitisme. Il admet, du reste, que cette espèce est à classer dans la famille des *Antennophoridæ* ; mais OUDEMANS ne partage pas cette opinion : il pense que cette forme est différente de celle de FRAUENFELD et qu'elle devra recevoir un autre nom.

Un autre Gamaside avait été antérieurement signalé par A. v. NORDMANN (1832, p. 86), sous le nom de *Gamasus scabriculus*, comme vivant en parasitisme, souvent en nombre très considérable, sur l'*Achtheres percarum* Nordm., Copépode lui-même parasite dans la cavité buccale et les branchies des Perches de rivière (*Perca fluviatilis* L. et *P. lucioperca* L.) : cet Acarien, qui montre quelque ressemblance avec l'*Acarus marginatus* Hermann (2), se tient habituellement tranquille sur le Crustacé en groupe de quatre à cinq individus : si l'on vient à les déranger, ils se séparent en courant, mais ne peuvent nager, car leurs soies sont trop courtes et incapables de servir à ce mode de locomotion.

Sur les branchies d'un Crabe terrestre de Floride, le *Gecarcinus lateralis* Frem., A. S. PEARSE (1929, p. 229) a trouvé plusieurs individus (femelles et nymphes) d'un Gamaside qu'il a décrit sous le nom de *Lælaps cancer*.

Un certain nombre d'Acariens terrestres, appartenant à diverses familles, se rencontrent sur les côtes maritimes et s'adaptent plus ou moins au milieu marin : parmi ces formes, le Dr E.-L. TROUESSART (1888, p. 753) a indiqué, comme vivant en commensalisme sur les Balanes (*Balanus balanoides* L.) à Wimereux, trois espèces qu'il tenait pour nouvelles :

1° *Gamasus Giardi*, forme que R. MONIEZ (1890, p. 18) a considérée comme trop insuffisamment décrite pour être reconnaissable et qui a été rangée d'abord par BERLESE et TROUESSART (1889, p. 124) dans le genre *Sejus* Koch, 1835, puis par BERLESE (1892, fasc. LXVIII, n° 3) dans son genre *Hydrogamasus* (3) ;

2° *Eupalus sanguineus*, Bdellide qui, comme TROUESSART était lui-même (1894,

(1) FRAUENFELD avait pris pour des palpes maxillaires les pattes de la première paire, qui sont antenniformes.

(2) D'après OUDEMANS (1929, p. 76), cette espèce de HERMANN est identique à l'*Acarus muscæ domesticæ* Scopoli, qui appartient au genre *Copriholaspis* Berlese (famille des *Macrochelidæ*).

(3) OUDEMANS (1896, p. 137) a trouvé, en 1886, un Gamase (*Parasitus* sp.) à l'intérieur d'une des galeries creusées par des *Limnoria lignorum* White et autres Crustacés dans une pièce de bois provenant de Cherbourg.

p. 121) disposé à l'admettre, a été identifié par SIG THOR (1931, p. 61) au *Bdella Basteri* Johnst., assimilable d'ailleurs au *Molgus littoralis* L. ;

3° *Rhyncholophus rubipes*, qui a été retrouvé sur les côtes du Boulonnais par MONIEZ (1890, p. 21) et qui a été réuni par TROUESSART (1893, p. 211) au *Rhynch. miniatus* Hermann, classé par BERLESE (1893, p. 87) dans son genre *Abrolophus*, 1891 (*non* 1893) = *Achorolophus*, 1893 (*non* 1891) = *Belaustium* von Heyden, 1826.

Parmi les Acariens aquatiques, les *Halacaridæ* de la faune marine littorale peuvent être rencontrés sur des Crustacés, mais, comme l'a fait remarquer W. J. RAINBOW (1906, p. 101), ils s'y trouvent au même titre que sur les Algues et les Zoophytes, auxquels ils se tiennent accrochés.

Dans les eaux douces, on a signalé la présence d'Halacariens à l'intérieur de la cavité branchiale d'Écrevisses, tant en Europe qu'en Australie.

En 1925, A. THIENEMANN et K. VIETS ont trouvé, dans les chambres branchiales des *Astacus* (= *Potamobius*) *astacus* L. (= *fluviatilis* Fabr.) (1) de divers lacs d'Allemagne (mais jamais dans les Écrevisses des eaux courantes), d'assez nombreux Halacarides qui étaient à tous les stades (larves, nymphes, adultes) et qui appartenaient à trois espèces, déjà connues à l'état de vie libre dans les eaux douces : *Lohmannella violacea* Kramer, *Porohalacarus alpinus* Sig Thor, *Limnohalacarus Wackeri* Walter (var. *astacicola* Viets). D'après VIETS (1927, p. 460-473), il est probable qu'il s'agit là simplement de commensaux ou synœques, qui peuvent tirer de cet habitat plusieurs profits : protection, approvisionnement en eau richement oxygénée, bénéfice de nourriture amenée par le courant respiratoire, conditions favorables pour la ponte et le développement des œufs.

Mais, en Australie, on a découvert récemment un Halacarien qui vit réellement en parasitisme sur une Écrevisse.

Dans le Queensland méridional, A. MUSGRAVE a recueilli en 1926 sur les branchies de l'*Astacopsis serratus* Shaw, auxquelles ils étaient fixés à l'aide des ongles perforants de leurs chélicères, plusieurs individus (représentant des nymphes octopodes à trois stades différents) d'une espèce qui a été rangée par K. VIETS (1931-*a*, p. 115-120), sous le nom d'*Astacopsiphagus* (n. gen.) *parasiticus*, dans une sous-famille nouvelle (*Astacopsiphaginæ*) d'Halacariens, caractérisée par des palpes maxillaires réduits à deux articles et par un rostre dont l'ouverture buccale est en forme de disque suceur.

Sur la même espèce d'Écrevisse des rivières de l'Australie orientale, *Astacopsis serratus* Shaw, et également dans les cavités branchiales, W.-A. HASWELL (1922, p. 329-343, Pl. XXXVI et XXXVII ; VIETS, 1931-*b*, p. 85-93) avait déjà signalé comme très abondant un Hydrachnide, de position systématique incertaine, l'*Astacocroton* (n. gen.) *molle*, à peau molle et mince.

Les femelles adultes, dépourvues d'yeux, sont solidement fixées aux filaments branchiaux de l'hôte, à l'aide de leurs chélicères et de leurs pédipalpes, et ne peuvent être déta-

(1) C. W. STILES et C. E. BAKER (1926, *Science New York*, LXIII, p. 544) ont établi que *Potamobius* Leach, *in* SAMOUELLE, 1819, tombe en synonymie d'*Astacus* Fabricius 1775, qui a pour type *Cancer astacus* L. = *Astacus fluviatilis* Fabr.

chées qu'en exerçant un certain effort : ce sont des parasites permanents, incapables de nager (1).

Les mâles, relativement petits et munis d'une paire d'yeux, ne sont pas fixés, mais nagent activement : ce sont probablement des parasites intermittents, comme d'ailleurs les jeunes femelles.

(1) Au contraire, les Hydrachnides (*Unionicolidæ*) qui infestent la chambre branchiale des Bivalves d'eau douce (Naïades) peuvent à peine être regardés comme des parasites, car ils se nourrissent de petits animalcules entraînés par le courant inhalant de l'eau nécessaire à la respiration du Mollusque (Rainbow, 1906, p. 161).

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1915. BANKS (N.), The Acarina or Mites (*U. S. Dept. Agric., Report* n° 108).
1887. BARROIS (Th.), Sur un Acarien nouveau (*Uropoda orchestiidarum*) commensal des Talitres et des Orchesties (*Mém. Soc. Sc. Lille*, 4e série, XV).
1870. BENEDEN (P. J. VAN), Les Cétacés, leurs commensaux et leurs parasites (*Bull. Acad. R. Sc. Lett. Belgique*, 2e série, XXIX).
1875. BENEDEN (P.-J. VAN), Les commensaux et les parasites dans le règne animal.
1889. BERLESE (A.) et TROUESSART (E.-L.), Diagnoses d'Acariens nouveaux ou peu connus (*Bull. Bibl. scient. Ouest*, 2e année).
1892. BERLESE (A.), Acari, Myriapoda et Pseudoscorpiones hucusque in Italia reperta, fasc. 68, n° 3.
1893. BERLESE (A.), *Id.* (*Prostigmata*).
1893. DELLA VALLE (A.), *Gammarini, in* Fauna u. Flora Golfes v. Neapel, 20. Monographie.
1868. FRAUENFELD (G. VON), Zoologische Miscellen, XV (*Verhandl. K. K. Zool. Botan. Gesell. Wien*, XVIII).
1920. HALBERT (J. N.), The Acarina of the seashore (*Proc. R. Irish Acad.*, XXXV, sect. B.).
1880. HALLER (G.), Die Milben als Parasiten der Wirbellosen, insbesondere der Arthropoden.
1897. HANSEN (H. J.), The *Choniostomatidæ* (*Copepoda*).
1922. HASWELL (W. A.), *Astacocroton*, a new type of Acarid (*Proc. Linn. Soc. New South Wales*, XLVII).
1896. LESNE (P.), Phénomènes de transport mutuel chez les animaux articulés (*Bull. Soc. Entom. France*, 1896, n° 6).
1890. MONIEZ (R.), Acariens et Insectes marins des côtes du Boulonnais (*Rev. biol. Nord France*, II).
1877. MURRAY (A.), Economic Entomology, Aptera.
1832. NORDMANN (A. VON), Mikrograph. Beiträge z. Naturgesch. d. wirbellosen Thiere, 2. Ht.
1896. OUDEMANS (A. C.), List of Dutch Acari : Gamasides (*Tijdschr. v. Entom.*, XXXIX).
1903. OUDEMANS (A. C.), Acarologische Aanteekeningen, VI (*Entom. Bericht.*, I).
1904. OUDEMANS (A. C.), Notes on Acari, series XI (*Tijdschr. v. Entom.*, XLVI).
1905. OUDEMANS (A. C.), Acarologische Aanteekeningen, XVIII (*Entom. Bericht.*, I).
1912. OUDEMANS (A. C.), Acarologische Aanteekeningen, XL (*Entom. Bericht*, III).
1924. OUDEMANS (A. C.), Analytical Key. Acarol. Aanteek, LXXV (*Entom. Bericht.*, VI).
1929. OUDEMANS (A. C.), Kritisch historisch Overzicht der Acarologie, II (*Tijdschr. v. Entom.*, LXXII).
1932. OUDEMANS (A. C.), Over eenige twijfelachtige Acari (*Tijdschr. v. Entom.*, LXXV).
1929. PEARSE (A. S.), Two new Mites from the gills of Land Crabs (*Papers Tortugas Labor. Carnegie Instit. Washington*, XXVI).
1930. PEARSE (A.-S.), Parasites of Fukien Crabs (*Proc. Nat. Hist. Soc. Fukien Christian Univ.*, III).
1906. RAINBOW (W. J.), A Synopsis of Australian Acarina (*Records Austral. Mus.*, VI).
1899. RICHARD (J.), Essai sur les parasites et les commensaux des Crustacés (*Archiv. Parasitol.*, II).
1791. SHAW (G.), Vivarium Naturæ, vol. II.
1931. THOR (Sig.), *Bdellidæ*. Das Tierreich, 56. Lief.
1888. TROUESSART (E.-L.) Notes sur les Acariens recueillis par M. Giard au laboratoire maritime de Wimereux (*C. R. Acad. Sciences*, t. CVII).
1889. TROUESSART (E.-L.) (Voir BERLESE).
1893. TROUESSART (E.-L.), Au bord de la mer (*Biblioth. scient. contempor.*).

1894. TROUESSART (E. L.), Note sur une grande espèce de Bdelle maritime originaire d'Irlande (*Journ. Anat. Physiol.*, XXX).

1902. TROUESSART (E.-L.), Note sur les *Uropodidæ* (*Bull. Soc. Zool. France*, XXVII).

1927. VIETS (K.), Mitteilung über das Vorkommen von Halacariden in der Kiemenhöhle des Flusskrebses (*Verhandl. Internat. Verein. f. theor. u. angew. Limnol.*, III).

1931-*a*. VIETS (K.), Ueber eine Krebskiemen parasitierende Halacaride aus Australien (*Zool. Anz.*, XCVI).

1931-*b*. VIETS (K.), Ueber die an Krebskiemen parasitierende Süsswassermilbe *Astacocroton* Hasswell, 1922 (*Zool. Anz.*, XCVII).

1926. VITZTHUM (H. Graf), Die unterirdische Acarofauna (*Iena Zeitschr. f. Naturw.*, LXII).

1928. VITZTHUM (H. Graf), Acarologische Beobachtungen, 13. Reihe (*Zool. Anz.*, LXXV).

Chaire de Zoologie

Malacologie

Professeur : Monsieur LOUIS JOUBIN



LAMARCK

La chaire de Malacologie

du *Muséum National d'Histoire naturelle*

Par LOUIS JOUBIN

Le décret du 10 juin 1793 réorganisait, sous le nom de Muséum National d'Histoire naturelle, l'ancien Jardin du Roi et nommait deux professeurs de Zoologie : E. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, chargé des Vertébrés, et J.-B. MONET DE LAMARCK, chargé des Invertébrés.

Depuis juin 1789, LAMARCK était déjà attaché au Jardin des Plantes comme « garde des Herbiers du Cabinet du Roi », aux modestes appointements de 1 000 livres, traitement porté à 1 800 francs en 1792. Sa nomination comme professeur de Zoologie clôt sa carrière botanique et, désormais, il se consacre à l'organisation de sa chaire et à la publication des grands ouvrages qui ont rendu son nom immortel : le *Système des animaux sans vertèbres* (1801), suivi de l'*Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (Paris, 1815-1822, 7 vol. in-8) et surtout de l'admirable *Philosophie zoologique* dont la première édition parut à Paris (1809) en 2 volumes in-8.

La carrière de LAMARCK, qui a si grandement contribué à la gloire de cette maison, a été parfaitement étudiée par Marcel LANDRIEU (1), et je n'y reviendrai pas. Je me contenterai de signaler que j'ai pu organiser, de 1905 à 1907, dans une salle spéciale, la collection des types qui ont servi de base aux travaux zoologiques de LAMARCK (2).

A la mort du célèbre naturaliste (18 décembre 1829), l'importance des collections réunies en un seul service rendit indispensable le dédoublement de la chaire des Invertébrés. Et, le 7 février 1830, un décret nommait P.-A. LATREILLE et H.-M. DE BLAINVILLE professeurs au Muséum. Le premier était chargé de l'Histoire des Crustacés, des Arachnides et des Insectes ; le second de celle des Mollusques, des Vers et des Zoophytes.

La chaire de Malacologie, ainsi créée, devait rester sans changement jusqu'en 1917.

(1) Lamarck, le fondateur du transformisme ; sa vie, son œuvre, Paris (*Soc. Zool. de France*, in-8, 1909). Cf. aussi les livrer d'ED. PERRIER, La Philosophie zoologique avant Darwin, Paris, Alcan, 1884, in-12 ; Lamarck, Payot, 1925, in-12 (publié pas RÉMY PERRIER) ; et Lamarck et le transformisme actuel (*Centenaire Muséum Hist. nat., volume commémoratif*, Paris, 1903, p. 469-527).

(2) Cette collection Lamarck a été inaugurée en 1909, en même temps que le monument élevé, à l'entrée principale du Jardin des Plantes, à la gloire du célèbre naturaliste.

Son premier titulaire, H.-M. DUCROTAY DE BLAINVILLE, auteur, entre autres travaux, d'un *Manuel de Malacologie* (Paris, 1825-1827, 1 vol. in-8 et un Atlas in-8), ne resta en fonctions que deux années. Dès 1832, A. VALENCIENNES lui succédait. Très pris par de multiples recherches étrangères à la Malacologie, il ne lui resta que peu de loisirs pour étudier les Mollusques (1).

Les quatre années (1865-1869) pendant lesquelles H. DE LACAZE-DUTHIERS, membre de l'Institut, fut professeur au Muséum avant d'être nommé à la Sorbonne, furent plus fécondes. Avant tout anatomiste, et très habile anatomiste, M. DE LACAZE-DUTHIERS publia des Mémoires fondamentaux sur l'organisation des Mollusques et développa, dans d'importantes proportions, la collection des animaux conservés dans l'alcool. Il constitua ainsi une réserve précieuse de documents qui, maintes fois, ont été utilisés depuis.

G.-P. DESHAYES fut nommé professeur de Malacologie en 1869. Ce savant, si connu par ses nombreux travaux sur les Mollusques vivants et fossiles, — je citerai seulement son *Traité de Conchyliologie*, resté malheureusement inachevé (2), et ses recherches sur les Mollusques du Bassin de Paris (3), — enrichit considérablement les collections de coquilles. Il classa méthodiquement les séries déjà fort riches en y introduisant des espèces fossiles, permettant les comparaisons les plus suggestives.

Avant de quitter le Muséum, M. DE LACAZE-DUTHIERS avait appelé près de lui, comme aide naturaliste (on dit, aujourd'hui, sous-directeur de Laboratoire), Ed. PERRIER, qui devint titulaire en 1876. Ed. PERRIER, membre de l'Institut (1892), directeur du Muséum de 1900 à 1920, fut une des plus grandes figures ayant illustré la chaire de Malacologie. D'une immense érudition, il publia une longue suite de travaux de Zoologie et d'ouvrages de synthèse dont l'analyse a été donnée par le professeur R. ANTHONY dans la belle *Notice* qu'il a consacrée à son Maître (4). En 1900, Ed. PERRIER réorganisa complètement les collections de Mollusques, de Vers, d'Échinodermes et de Cœlentérés et les installa dans le nouveau bâtiment de Zoologie, bâtiment où l'architecte a, malheureusement, trop sacrifié les aménagements intérieurs à l'agrément de la façade.

En 1903, la chaire d'Anatomie comparée étant devenue vacante, Ed. PERRIER se la fit attribuer. J'eus l'honneur de lui succéder. Cependant, depuis un siècle, les collections n'avaient cessé de s'accroître ; un seul professeur ne pouvait plus en assurer à la fois et la charge et l'étude. Aussi, en 1917, le Conseil des professeurs décida-t-il la transformation de la chaire de Pathologie comparée, devenue libre au décès du professeur J.-B.-A. CHAUVEAU, en une nouvelle chaire de Zoologie. M. le professeur Ch. GRAVIER, membre de l'Institut, en fut nommé titulaire (1917). La nouvelle chaire comprend les Arachnides, les Myriapodes et les Crustacés, détachés du service d'Entomologie, et les Protozoaires, les Vers et les Vermidiens, distraits du service de Malacologie. Ce dernier a gardé les Spongiaires, les Cœlentérés, les Échinodermes et les Mollusques, ce qui constitue une charge fort lourde pour le professeur qui en a la direction.

(1) A. VALENCIENNES a publié cependant quelques travaux sur les Mollusques, notamment la Description de l'animal de la Panopée australe (*Archives du Muséum*, t. I, 1839) et des Recherches sur le Nautile (*Ibid.*, t. II, 1841).

(2) Tome I, 1re partie, Paris, 1839, in-8 ; 2e partie, Paris, 1853 et Atlas in-8 ; t. II (inachevé), Paris, 1857, in-8.

(3) Description des Coquilles fossiles des environs de Paris, 2 vol. in-4° et Atlas in-4°, Paris, 1824-1837, et Animaux sans vertèbres découverts dans le Bassin de Paris, 3 vol. de texte et 2 vol. d'Atlas, in-4°, Paris, 1864-1866.

(4) R. ANTHONY, Edmond Perrier (*Arch. du Muséum de Paris*, 6e série, t. I, 1926, p. 1-7, Portrait).

La Faune malacologique
du lac Tchad et des Pays Bas du Tchad

Par LOUIS GERMAIN

Les premiers Mollusques connus du lac Tchad ont été recueillis par le Dr Gerhard ROHLFS au cours de sa célèbre traversée du Sahara (1867) et publiés par le Dr E. VON MARTENS [1877] (1). Depuis cette époque, on peut dire que nos connaissances sur la faune malacologique du lac sont entièrement dues à des voyageurs français. Le colonel MONTEIL explore le lac Tchad en 1892 et, en 1899, V. GENTIL reconnaît l'embouchure de la Komadougou-Yoobé, tandis que la mission F. FOUREAU-LAMY rapporte les matériaux zoologiques qu'elle put sauver au milieu de pénibles incidents [GERMAIN, 1905] (2). Puis LENFANT et de nombreux officiers explorent cette partie de l'Afrique : les capitaines DUBOIS et TRUFFERT, l'enseigne de vaisseau d'HUART, les lieutenants HARDELET, LACOIN et MOLL reconnaissent le lac et ses archipels, tandis que les capitaines BABLON, CLÉRIN, DUPERTHUIS et le lieutenant DHOMME parcourent le Kanem. Tout en se livrant à des levés topographiques, la plupart de ces officiers ont recueilli des Mollusques que j'ai fait connaître (3).

De 1902 à 1904, M. le professeur A. CHEVALIER a exploré le région du lac Tchad et le Bassin du Chari, recueillant des documents de premier ordre [GERMAIN, 1907]. Depuis, les expéditions de R. CHUDEAU (1905-1906) et surtout les Missions successives conduites par le général J. TILHO jusqu'aux confins du Borkou, ont étendu considérablement nos connaissances faunistiques. La mission de délimitation du Niger-Tchad (1904, 1906-1909) notamment, grâce aux collaborateurs du général J. TILHO (4), a permis d'acquérir des notions précises sur la faune subfossile des régions désertiques s'étendant au Nord-Est du lac Tchad. Ces notions ont été précisées grâce aux recherches du Dr POUTRIN dans l'Egueï (Mission

(1) Cf. l'Index bibliographique, à la fin de cette note.

(2) Entre temps, le lieutenant allemand GLAUNING avait recueilli quelques Mollusques pendant un séjour à Kouka, en 1902. Ces Mollusques ont été étudiés par le Dr E. VON MARTENS [*1903*].

(3) Cf., pour l'étude des Mollusques récoltés, mes notes citées à l'Index bibliographique.

(4) Les officiers de la Mission : MM. AUDOIN, GAILLARD, LANDEROIN, LAUZANNE, MERCADIER, RICHARD et VIGNON, et surtout M. G. GARDE, le naturaliste de l'expédition.

HOTTO, 1907-1908) [GERMAIN, 1913] et du lieutenant FERRANDI dans le Toro, le Bodelé et le Djourab (1909) [GERMAIN, 1910]. Enfin, de juin 1912 à septembre 1917, le général J. TILHO explore à nouveau les Pays-Bas du Tchad, la vallée de l'oued Mourdi, les massifs montagneux de l'Ennedi, de l'Erdi et du Tibesti, recueillant d'abondants et précieux matériaux dont l'étude n'est pas encore terminée.

I

Le lac Tchad est une vaste nappe d'eau douce sans profondeur, d'environ 20 000 kilomètres carrés (1). Ce n'est plus, aujourd'hui, qu' « une grande mare » (2), un « cadavre de lac en pleine corruption » (3), de 200 kilomètres de longueur sur 180 kilomètres de largeur, ayant la forme d'un triangle rectangle irrégulier dont l'hypoténuse est fortement incurvée en son milieu. Ainsi, le lac se trouve divisé en deux parties réunies par une sorte de chenal étroit situé un peu au nord de Kouka. Cet aspect si particulier, déjà visible sur la carte du colonel DESTENAVE (4), est parfaitement net sur celles du général J. TILHO (5) et de BOYD ALEXANDER (6). La partie Nord, aux rives sablonneuses, est la moins profonde ; elle est parsemée de plus de 300 îles ou îlots, de hauts fonds sablonneux et vaseux souvent recouverts d'une végétation herbacée. La partie Sud a des bords généralement argileux ; elle est plus profonde (jusqu'à 4 mètres parfois), et les Indigènes lui donnent le nom de N'ki Boul (eaux blanches et libres).

Le lac Tchad reçoit des rivières importantes. Au Sud-Ouest, la Komadougou-Yoobé et ses affluents drainent les eaux du versant Nord du Massif de Baoutchi ; au Sud, le Yedseram descendant des monts Mandara ; au Sud-Est, la plus considérable de ces rivières le puissant Chari et ses tributaires, dont le Logone est le principal. Le Chari est un véritable fleuve recueillant les eaux d'une vaste région marécageuse s'étendant entre le lac Tchad et les monts Kagas et Chala ; mais il est en pleine décadence et ne parvient plus que rarement à remplir son lit [A. CHEVALIER, 1907, p. 415 et suivantes].

Le Bahr-el-Ghazal Soro, aujourd'hui desséché, est une vaste vallée jalonnée de nombreux points d'eau se dirigeant, vers le Nord-Est, en direction de Borkou ; il aboutit à l'extrême Est du Tchad, par un delta fossile, à travers une contrée que les Indigènes nomment le *Dagana*.

Les régions situées au Nord-Est du lac Tchad sont désignées sous le nom de Pays-Bas du Tchad. Ces pays sont le Kanem, plateau sableux, avec, dans la région du Manga, des dunes élevées hautes parfois de 100 mètres ; puis l'Egueï, vaste dépression inclinée du Nord-Ouest au Sud-Est (7), pays entièrement plat, ainsi que le Toro, qui lui fait suite (8) ; le

(1) Le lac Tchad est, comme l'a écrit H. FREYDENBERG [*1908*, p. 19], à la limite d'une zone argileuse provenant des dépôts d'un lac plus étendu et d'une zone sableuse due au transport des sables par les vents dominants.

(2) R. CHUDEAU, Études sur le Sahara et le Soudan (*Annales de Géographie*, t. XVII, 1908, p. 37).

(3) Général J. TILHO, Exploration du lac Tchad (*La Géographie*, t. XIII, 1906).

(4) Colonel DESTENAVE, Le lac Tchad (*Revue générale sciences*, Paris, t. XIV, 1903, Pl. I).

(5) Général J. TILHO, *loc. supra cit.*, t. XIII, 1906, Pl. II.

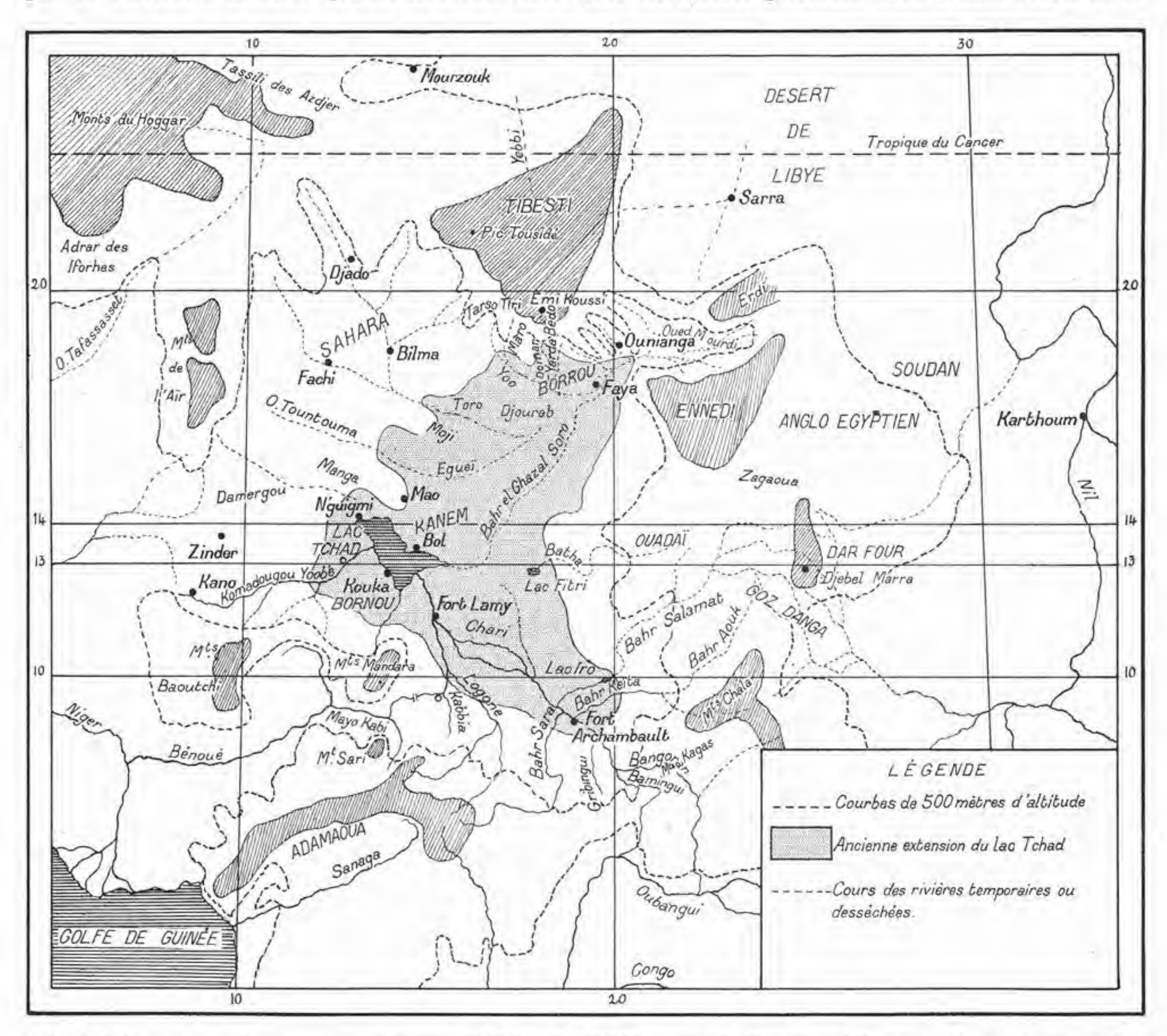
(6) BOYD ALEXANDER, *From the Niger to the Nile*, London, 1907, t. II, Pl. I.

(7) D'après les traditions indigènes, les eaux de l'Egueï s'écoulaient dans le Bahr-el-Ghazal Soro [H. FREYDENBERG, 1908]

(8) Dans l'Egueï et le Toro, les puits sont à faible profondeur ($0^m,50$ à 2 mètres et $2^m,50$).

Bodelé, parcouru par d'anciens oueds ensablés et enfin le Djourab et le Borkou, contrées où G. NACHTIGAL a longtemps séjourné.

Le lac Tchad, dont l'altitude est de 240 mètres, n'est pas le point le plus bas de cette zone déprimée s'étendant sur près de 900 kilomètres. Le général J. TILHO [1926] a montré que le terrain s'abaisse graduellement dans une direction générale Sud-Ouest-Nord-Est.



Ainsi, l'Egueï est à 210-220 mètres d'altitude, le Toro et le Djourad à 150-180 mètres seulement. Le pays se relève à 210-240 mètres dans le Borkou et, au delà, des plateaux gréseux atteignent peu à peu 1 000 mètres.

A ces cuvettes aboutissaient autrefois des rivières maintenant desséchées et dont le tracé est souvent mal connu. Le Bahr Toumtouma, venant de l'Aïr, débouchait dans la dépression de l'Egueï. De nombreux oueds recueillant les eaux de ruissellement du massif du Tibesti et des plateaux voisins de l'Ouest, ainsi que les eaux des montagnes de l'Ennedi arrivaient au Toro et au Djourab. Enfin, entre l'Ennedi septentrional et l'Erdi méridional

existe une longue dépression où coulaient, de l'Est à l'Ouest, l'oued Mourdi et ses nombreuses ramifications, dont l'ensemble rappelle le réseau fluvial si serré du Pays des Rivières (1).

II

Les Mollusques du lac Tchad sont maintenant suffisamment connus, et il est peu probable que les recherches ultérieures apportent des faits nouveaux d'une réelle importance.

La première caractéristique de la faune malacologique du lac Tchad est l'abondance considérable des Gastéropodes opposée à la rareté relative des Pélécypodes. Les Pulmonés montrent des colonies extrêmement populeuses de Limnées, de Bullinus et de Planorbes ; les Vivipares, les Cleopatra, les Bithynies et les Mélanies jouent le même rôle parmi les Prosobranches. Les Ampullaires, si communs dans le Chari, sont exceptionnelles dans le lac (2). Les Pélécypodes sont moins variés du point de vue spécifique : les *Cœlatura* et les *Corbicula* sont très répandus, mais les *Iridina* et les *Mutela* sont plus rares.

Quelques caractères négatifs sont à signaler : parmi les Pulmonés, les *Physopsis* semblent manquer complètement (3), et il en est de même des *Lanistes* parmi les Prosobranches. Les *Spatha* sont peu abondants (4) et les grandes espèces du groupe du *Spatha rubens* de Lamarck absentes. Les Æthéries ne vivent pas dans le lac, mais se retrouvent communément dans le Chari et dans la Komadougou-Yoobé.

En divers points du lac, on constate d'intéressantes localisations : une espèce est dominante, tandis que d'autres, constituant cependant des colonies populeuses dans les localités voisines, ne s'y trouvent qu'à l'état sporadique. Ici, ce sont les *Bullinus* qui dominent (Est de Kouloa) ; là ce sont les Planorbes (Kouloa) ; ailleurs encore les Vivipares (Bosso) ou les Mélanies ; enfin, et beaucoup plus rarement, les Pélécypodes du genre *Cœlatura* (Nord-Ouest du Tchad, entre Garoa et N'Guigmi) (5).

Malgré ces localisations, la faune du lac reste, dans son ensemble, extrêmement uniforme et même un estuaire important, comme celui de la Komadougou-Yoobé, ne paraît pas influencer sa composition (6).

***

La faune terrestre des rives et des archipels du lac Tchad est beaucoup moins connue. Seules des Limicolaires ont été recueillies dans les îles. Ce sont les *Limicolaria rectistrigata*

(1) Tout ce système est aujourd'hui complètement desséché et ensablé, mais partout reconnaissable.

(2) Trois espèces sont actuellement connues du lac Tchad : *Ampullaria speciosa* Philippi [Bouilliez, Duperthuis, Garde, Lacoin, Moll, Tilho] ; *Ampullaria chariensis* Germain [A. Chevalier] et *Ampullaria Rucheti* Billotte [A. Chevalier]. Ces Ampullaires habitent également le bassin du Chari.

(3) J'ai signalé, dans le lac Tchad, le *Physopsis globosa* Morelet [= *Physopis ovoidea* Martens, non Bourguignat ; = *Physopsis Martensi* Germain], d'après un échantillon en mauvais état, recueilli, dans le Sud-Ouest du lac, par M. A. Chevalier [Germain, 1907, p. 502-503]. Cette indication aurait besoin d'être confirmée.

(4) On y trouve le *Spatha Chaiziana* Rang variété *compressa* Germain et le *Spatha lacustris* Simpson [= *Spatha Ancey*-Bourguignet] var. *major* Germain.

(5) Pour le détail de ces localisations, cf. Louis Germain, *1911*, p. 6-8.

(6) Par contre, dans la Komadougou Yoobé, même très près de son embouchure, on retrouve les *Spatha* et les *Ætheria* caractéristiques des fleuves africains équatoriaux.

Smith et *Limicolaria connectens* Martens que l'on retrouve, d'ailleurs, sur le pourtour du lac, dans le Damergou, le Kanem, le Bornou avec d'autres espèces du même genre (1). Le *Burtoa nilotica* Pfeiffer a également été rapporté du Kanem par DUPERTHUIS. C'est, actuellement, l'extrême limite occidentale de sa répartition géographique. La variété *Foureaui* Germain de l'*Achatina Schweinfurthi* Martens a été trouvée à Sabaukafi, dans le Damergou [F. FOUREAU] et la variété *Duperthuisi* Germain de l'*Achatina Weynsi* Dautzenberg dans le Kanem [DUPERTHUIS]. Tous ces Mollusques sont des espèces de l'Afrique orientale ou des variétés de ces mêmes espèces.

Enfin, sur les bords même du lac, le Dr GAILLARD et G. GARDE, de la Mission TILHO et R. CHUDEAU, ont découvert des Mollusques fort intéressants. Ce sont des Succinées [*Succinea tchadiensis* Germain (2), *Succ. Chudeaui* Germain (3), *Succ. Lauzannei* Germain) (4) et une Véronicelle (*Veronicella Gaillardi* Germain) (5) vivant, abritées, sous les touffes de Cotonniers.



Dans tous les Pays-Bas du Tchad, on rencontre, à la surface du sol, avec des débris de Poissons et de Végétaux, des Mollusques subfossiles souvent fort nombreux en individus. Cette faune est surtout connue grâce aux belles explorations du général J. TILHO. Le Dr POUTRIN (Mission HOTTO), le lieutenant FERRANDI, le médecin-major BOUILLIEZ ont également rapporté, de ces régions inhospitalières, d'intéressants documents.

La faune, uniquement d'eau douce, comprend la plupart des espèces vivant actuellement dans le lac Tchad et, en plus, des Valvées (*Valvata Tilhoi* Germain) et des Pisidies (*Pisidium Landeroini* Germain). Les *Spatha* et les *Mutela* sont rares (6), et on ne connaît, de ces contrées, ni *Physopsis*, ni Ampullaires, ni *Lanistes*. C'est une *faune essentiellement lacustre* par ses caractères et dont bien des éléments sont nilotiques.

De ce dernier point de vue, la faune subfossile du Bahr-el-Ghazal Soro offre un grand intérêt. On y connaît les espèces suivantes :

Succinea Chudeaui Germain. Am Raya [G. GARDE].
Limnæa tchadiensis Germain. Am Raya [G. GARDE].
Bullinus strigosus Martens. Am Raya [G. GARDE].
Planorbis Stanleyi Smith [= *Pl. Bridouxi* Bourguignat]. Am Raya [G. GARDE] ; Amathié [Serge BESNIER].
Planorbis Chudeaui Germain. Am Raya [G. GARDE].
Planorbis Gardei Germain. Am Raya [G. GARDE].
Planorbula tchadiensis Germain var. *inermis* Germain. Am Raya [G. GARDE].

(1) *Limicolaria Martensi* Smith (Est de Kamba, sur le lac Tchad, J. TILHO) ; *Limicolaria turris* Martens, var. *Duperthuisi* Germain (Kanem, DUPERTHUIS ; vit aussi dans le bassin du Chari, A. CHEVALIER) ; *Limicolaria turriformis* Martens, var. *obesa* Germain (Kanem, DUPERTHUIS).
(2) N'Guigmi [R. CHUDEAU].
(3) N'Guigmi [R. CHUDEAU].
(4) N'Guigmi, Kouloa [G. GARDE].
(5) Bol [Dr GAILLARD].
(6) *Spatha Bourguignati* Ancey et *Mutela angustata* Sow. var. *ponderosa* Germain, dans le Djourab [FERRANDI].

Ampullaria speciosa Philippi. Am Raya [G. Garde) ; Koro Toro [Ferrandi].
Ampullaria ovata Olivier. Koro Toro [Ferrandi] (1).
Vivipara unicolor Olivier. Am Raya [G. Garde].
Bithynia Neumanni Martens. Am Raya [G. Garde].
Melania tubercula Müller. Très commun, partout.
Cœlatura Lacoini Germain. Am Raya [G. Garde].
Spatha Bourguignati Ancey. Amathié (Serge Besnier].
Mutela sp. aff. *angustata* Sowerby. Amathié [Serge Besnier].
Ætheria sp. (fragments). Amathié [Serge Besnier].
Corbicula fluminalis Müller. Am Raya [G. Garde] (2).
Corbicula Lacoini Germain. Am Raya [G. Garde].

Cette faune est à peine différente de celle du Haut-Nil.

***

Les rapports de la faune du lac Tchad et des pays bas du Tchad s'établissent principalement avec le Bassin du Nil ; mais les analogies avec les bassins du Niger et du Congo ne sont pas négligeables. Le tableau suivant met ces faits en évidence (3).

L'examen de ce tableau fait ressortir quelques faits importants.

Comme il était naturel de le supposer *a priori*, la faune tchadienne et celle du Chari ont, en commun, un nombre important d'espèces. Les analogies avec le bassin du Congo sont également sensibles (une dizaine d'espèces communes), et celles avec le Haut-Sénégal et le Niger sont curieuses : le *Spatha Chaiziana* Rang et le *Mutelina complanata* Jousseaume, Pélécypodes caractéristiques du Sénégal et du Haut-Niger, se retrouvent dans le lac Tchad, où vit aussi le *Mutelina rostrata* Rang, dont la distribution géographique est beaucoup plus étendue (4).

Autrement intéressants sont les rapports si étendus avec la faune du Bassin du Nil. Des espèces aussi caractéristiques de la faune nilotique que, par exemple, le *Cleopatra bulimoides* Olivier, l'*Ampullaria ovata* Olivier, le *Mutela nilotica* Cailliaud, le *Corbicula fluminalis* Müller..., vivent dans le Tchad ou se trouvent, subfossiles, dans le Kanem, l'Egueï, le Djourab, le Borkou. D'autres Mollusques de ces régions sont des espèces représentatives du Bassin du Nil (5). Le sillon du Bahr-el-Ghazal Soro est, de ce point de vue, tout à fait typique : c'est lui qui, autrefois, abritait le plus d'espèces nilotiques. D'ailleurs, le fait n'est pas spécial aux Mollusques. Beaucoup de Poissons et de nombreux Invertébrés sont dans le même cas (6).

(1) Exemplaires identiques à ceux du Nil [Germain, *1911*, p. 233 (73)].

(2) Exemplaires différant seulement par leur taille plus faible de ceux du Nil [Germain, *1911*, p. 217 (57)].

(3) Les variétés ne sont pas, sauf exception, portées sur ce tableau. La croix (+) se rapporte aux espèces vivantes ; le cercle O, aux espèces subfossiles.

(4) Cette espèce habite le Sénégal, le Niger, le Bassin du Chari et une partie du Bassin du Congo.

(5) Par exemple, le *Planorbula tchadiensis* Germain (Tchad) représente le *Planorbula alexandrina* Ehrenberg du Nil ; le *Cleopatra tchadiensis* Germain (Tchad) représente le *Cleopatra cyclostomoides* Olivier du Nil, le *Cœlatura Lacoini* Germain (Tchad) représente le *Cœlatura ægyptiaca* Cailliaud, du Nil, etc.

(6) Par exemple, le *Palæmon niloticus* L., si abondant dans le Nil, se retrouve dans le lac Tchad [Sollaud et Tilho, *C. R. Acad. Sc. de Paris*, t. CLII, 26 juin 1911, p. 1763]. Pour les Poissons, cf. Dr J. Pellegrin, *Bull. Muséum Hist. nat. Paris*, t. X, 1904, p. 221.

NOMS DES ESPÈCES.	RÉGIONS Ouest du Tchad.	LAC Tchad.	PAYS BAS DU TCHAD. Kanem.	Eguel.	Toro.	Bodelé Djérab.	Soro.	BASSIN du Chari.	BASSIN du Congo.	BASSIN du Nil.	OBSERVATIONS.
PULMONÉS.											
Limnæa africana Rüppell....	+ O	+	O	O	O	O	......	+	+	+	
Limnæa Chudeaui Germain....	......	+									
Limnæa tchadiensis Germain..	+ O	+	O	......	......	......	O				
Bullinus (*Isidora*) *trigonus* Martens	......	+	O	O	......	......	......	......	......	+	
Bullinus (*Isidora*) *strigosus* Martens	+ O	+	O	O	O	O	O	......	......	+	
Bullinus (*Isidora*) *Rohlfsi* Clessin..................	......	+									
Bullinus (*Isidora*) *tchadiensis* Germain	+ O	+	O	O	O	O					
Bullinus (*Isidora*) *Vaneki* Germain....................	......	+									
Bullinus (*Isidora*) *Joubini* Germain....................	......	+									
Bullinus (*Pyrgophysa*) *Dautzenbergi* Germain	+	+									
Bullinus (*Pyrgophysa*) *scalaris* Dunker	+	......	......	......	......	......	......	+			
Planorbis sudanicus Martens..	......	+	O	O	......	O		+	+ ?	+	
Planorbis tetragonostomus Germain....................	......	+									
Planorbis Stanleyi Smith.....	+ O	+	O	O	O	O	O	+	+	+	= *Planorbis Bridouxi* Bourguignat.
Planorbis adowensis Bourguignat....................	......	......	......	......	......	......	......	+	+	+	
Planorbis Chudeaui Germain..	+	+	O	......	......	......	O				
Planorbis Gardei Germain ...	......	+	O	O			O				
Planorbis Tilhoi Germain....	+	+									
Planorbula tchadiensis Germain	+ O	+									
et var. *inermis* Germain....	......	+	......	......	......	......	O				
Segmentina Chevalieri Germain	......	+						+			
Segmentina angusta Jickeli...	......	+	......	......	......	......	......	+	+	+	
PROSOBRANCHES											
Ampullaria speciosa Philippi..	......	+	O	......	......	......	O	+	......	+	
Ampullaria Chariensis Germain....................	......	+	O	......	......	......	......	+			
Ampullaria Rucheti Billotte...	......	+	......	......	......	......	......	+	......	+	
Ampullaria ovata Olivier....	......	......	......	......	......	......	O	+	......	+	
Vivipara unicolor Olivier	......	+	O	......	......	O	O	+	+	+	
var. *elatior* Martens	......	+								+	Est africain.
var. *Lenfanti* Germain	......	+									
Vivipara gracilior Martens ...	......	+									
Bithynia Neumanni Martens..	......	+	O	O		O	O				
Bithynia neothaumæformis Germain....................	......	+		O							
Cleopatra cyclostomoides Olivier	......	+	......	......	......	......	......	......	......	+	
var. *tchadiensis* Germain...	O	+	......								
Cleopatra bulimoides Olivier..	O	+	......	......	......	O	......	+	+ (1)	+	(1) Sous forme de la var. *nsendweensis* Dupuis et Putzeys.
var. *unilirata* Germain	O	+	......	......	......	......	......	......	......	+	
var. *Richardi* Germain	......	......	......	O	......	O					
Melania tuberculata Müller...	+ O	+	O	O	O	O	O	+	......	+	
Valvata Tilhoi Germain	......	......	......	O	O	O					

NOMS DES ESPÈCES	RÉGIONS ouest du Tchad.	LAC Tchad.	PAYS BAS DU TCHAD Kanem.	Eguei.	Toro.	Bodelé Djérab.	Soro.	BASSIN du Chari.	BASSIN du Congo.	BASSIN du Nil.	OBSERVATIONS.
PÉLÉCYPODES											
Parreysia mutelæformis German	......	+	......	......	......	......	......	+			
Cælatura Lacoini Germain	O	+	O	O		O	O				
var. *Chudeaui* Germain	......	+									
Cælatura tchadiensis Martens	......	+									
Cælatura nguigmiensis Germain	......	+									
Mutela nilotica Cailliaud	......	+	......	......	......	......	......	+	+ ?	+	
Mutela angustata Sowerby	......	+	......	......	......	......	O?	+	+	+	Fragments subfossiles dans le Soro.
var. *ponderosa* Germain	......	+	O	......	......	O					
var. *curta* Germain	......	......	O	......	......	......	......	+			
Mutelina rostrata Rang	+	+	......	......	......	......	......	+	+		
Mutelina Mabillei de Rochebrune	......	......	......	......	......	......	......	......	+		
var. *Gaillardi* Germain	......	+									
Mutelina complanata Jousseaume	......	+	......	......	......	......	......	+			
Spatha Chaiziana Rang	+ (1)	+ (2)	O (2)	......	......	......	......	+ (2)			(1) Sénégal, Niger. (2) Var. *compressa* Germain.
Spatha lacustris Simpson	......	+	O	......	......	......	......	......	......	+	= *Spatha Anceyi* Bourguignat.
Spatha Bourguignati Ancey	+	......	O	......	......	......	O	+	......	+	Est probablement le *Spatha Hartmanni* Martens.
Iridina tchadiensis Germain	......	+									
Iridina Hardeleti Germain	......	+	O								
var. *Molli* Germain	......	+									
Ætheria elliptica Lamarck	+	......	......	......	......	......	O (1)	+	+	+	(1) Fragments subfossiles.
Corbicula fluminalis Müller	......	......	......	......	......	......	O	......	+	+	
Corbicula Lacoini Germain	O	+	O	O	......	O	O				
Corbicula tchadiensis Martens		+									
Corbicula Audoini Germain	......	......	O	O	O	O					
Pisidium Landeroini Germain	......	......	......	O	O	O					
Eupera parasitica Parreyss	......	+	......	......	......	......	......	+	......	+	

La faune actuelle du lac Tchad est identique à celle, subfossile, des Pays-Bas du Tchad. Ce sont les mêmes espèces que l'on retrouve depuis le Tchad jusqu'à l'extrémité septentrionale du Borkou. *Et ces espèces sont des formes de lacs, d'étangs et de marécages,* à l'exclusion des formes de rivières ou de fleuves.

Ce sont encore les mêmes espèces, mais en plus petit nombre, qui sont répandues si abondamment, à l'état subfossile, dans les régions aujourd'hui désertiques s'étendant depuis le lac Tchad jusqu'à la Mauritanie. De plus, les mares plus ou moins natronées qui s'échelonnent du lac Tchad au Bassin du Sénégal abritent la même faune [GERMAIN, 1916, p. 286-287].

III

Les analogies qui viennent d'être indiquées entre la faune tchadienne et celle des bassins voisins s'expliquent par l'existence de connexions hydrographiques. Je ne puis m'étendre ici sur ce sujet que j'ai traité autrefois (1). Je rappellerai seulement qu'entre la Benoué, affluent du Niger, et le Logone, affluent du Chari, une vaste dépression jalonnée par le Mayo-Kabi et le lac Toubouri permet aux eaux du lac Tchad de s'écouler vers le Niger pendant plusieurs mois de l'année. De même, entre l'Oubangui (bassin du Congo) et le Gribingui (bassin du Chari), il existe une dépression au fond de laquelle coule la Kémo vers le Congo, la Nana vers le Gribingui. Or, H. COURTET a constaté qu'aux environs de Dekoua, la Kémo et la Nana, séparées par un espace de 1 200 mètres, coulent au milieu de petits marais et qu'une dénivellation de quelques mètres rétablirait une communication qui, autrefois, a dû exister entre les deux bassins.

La question est plus complexe du côté du bassin du Nil. On a d'abord supposé que le Bahr-el-Ghazal Soro, continué par la dépression de l'oued Mourdi, regagnait, à travers le Tibesti, le cours moyen du Nil, ou comme R. CHUDEAU en a émis l'hypothèse, se jetait dans un bassin intérieur occupant une partie du désert de Libye, bassin en communication avec le Nil.

Mais les relevés du général J. TILHO ont montré qu'à partir du Borkou les altitudes supérieures à celles du lac Tchad vont en croissant vers le Nord-Est, c'est-à-dire vers l'intérieur du désert de Libye. En particulier, la pente de l'Oued Mourdi n'est pas Nord-Est, mais bien Sud-Est, en direction du lac Tchad. Par conséquent, la liaison possible n'est pas de ce côté. Il faut la chercher plus au Sud, entre le massif granitique du Chala et le massif volcanique du Djebel Marra, dans la vaste plaine forestière du Goz Donga (600 mètres d'altitude). Les rivières temporaires qui traversent cette région plate, où les eaux pluviales stagnent plus ou moins longtemps, entrent en relations directes plusieurs mois de l'année, constituant une zone de contact entre le bassin du Chari-Tchad et celui du Nil (2). C'est là, sans doute, que doit se trouver la voie d'eau continue permettant, par l'intermédiaire du Chari et de ses affluents, le passage d'espèces nilotiques dans le lac Tchad.



La présence, dans les pays-Bas du Tchad, d'une faune fluviatile identique à celle du lac Tchad actuel et l'étude géophysique montrent qu'à une époque géologique récente toutes ces régions formaient une unique nappe lacustre à laquelle J. TILHO a donné le nom de mer paléotchadienne. Ce bassin intérieur s'étendait depuis le Bornou jusqu'aux confins du Borkou, sur près de 900 kilomètres. De forme vaguement ovalaire, avec des golfes, des presqu'îles (3), il couvrait près de 300 000 kilomètres carrés. Sa partie septen-

(1) LOUIS GERMAIN, Recherches sur la faune malacologique de l'Afrique équatoriale (*Arch. Zool. exp. et gén.*, 5e série, t. I, avril 1909, p. 68-77, fig. 46-47).

(2) Par exemple, l'oued Toual, affluent du Chari, et l'oued Ibra, affluent du Nil.

(3) Notamment la presqu'île du Manga, terre de dunes relativement élevées (100 mètres).

trionale était profonde, atteignant par endroits de 60 à 100 mètres, tandis que sa partie méridionale, moins profonde, était parsemée d'îles nombreuses. Les rivages du Sud étaient marécageux et montraient de vastes deltas couverts de végétation. A ce bassin intérieur, dont l'axe principal était sensiblement dirigé Sud-Ouest-Nord-Est (1), aboutissaient de multiples cours d'eau descendus des massifs montagneux voisins.

Au début du Quaternaire, la mer paléotchadienne existait dans son intégralité. Elle a dû se maintenir, avec des mouvements de transgressions et de régressions jusqu'à une époque très récente, sans qu'il soit possible, dans l'état actuel de nos connaissances, de préciser le nombre et la durée de ces périodes qui correspondent à des alternances de climat sec et de climat humide ou très humide (2). C'est à une période de régression, d'assèchement partiel du plus grand Tchad qu'est due la formation des dunes du Kanem et du Manga. On peut dire aussi que les tributaires de ce bassin intérieur qui aboutissaient à ses rivages Ouest (Bahr Tountouma, oueds de la région de Bilma), coulant à travers des contrées aujourd'hui désertiques, ont été les premiers desséchés, tandis que les tributaires descendus des régions montagneuses du Nord, du Nord-Est et de l'Est (Massifs du Tibesti, de l'Erdi, de l'Ennedi) se maintenaient beaucoup plus longtemps.

D'ailleurs, à ces époques du Quaternaire, le Sahara lui-même était périodiquement soumis à des pluies abondantes, et de véritables cours d'eau, comme le Tafassasset, y entretenaient la vie. C'est pourquoi on trouve à profusion, sur le sol actuel du désert non seulement des débris de Poissons et des Mollusques d'eau douce subfossiles, mais encore des Mollusques terrestres, hôtes habituels des galeries forestières tropicales, comme les Limicolaires (*Limicolaria Chudeaui* Germain), qui atteignaient alors le 21° de latitude Nord depuis le Borkou à l'Est jusqu'au Tagant à l'Ouest (3).

Des mouvements de retrait et d'extension du plus grand Tchad, mais d'une ampleur moindre et intéressant surtout la partie Sud du bassin, peuvent être constatés jusqu'à la période contemporaine. H. BARTH (4) rapporte qu'un siècle avant son passage, en 1851, les Indigènes allaient en pirogue du lac Tchad aux confins du Borkou en suivant le cours du Bahr-el-Ghazal Soro submergé.

Depuis, toute la région se dessèche. Les pays au Nord-Est du lac Tchad deviennent de plus en plus arides, comme G. NACHTIGAL (5) le disait déjà en 1881, et le Chari lui-même est en pleine décadence. Cependant, des inondations périodiques, dont l'origine et la fréquence sont encore inconnues et dont l'amplitude semble bien aller en décroissant (6), retarderont

(1) A peu près dans la direction de la Komadougou Yoobé au Sud et dans celle de la vallée inférieure de l'oued Mourdi au Nord.

(2) Cependant, dans le Kanem, H. FREYDENBERG [*1908*, p. 63] a pu montrer, d'après les coupes de nombreux puits, que le pays était passé par les phases suivantes : 1° un régime dunaire ; 2° une transgression du Tchad ; 3° une régression lente ; 4° une transgression brusque ; 5° une régression lente ; 6° une transgression ; et, enfin, 7° l'établissement d'un nouveau régime dunaire aboutissant à l'état actuel.

(3) Pour la limite Nord de la répartition des Limicolaires, cf. LOUIS GERMAIN, *Bull. Muséum Hist. nat., Paris*, t. XXVI, 1920, p. 235-241, fig. 38 (Carte), et *Bull. Comité études hist. scient. Afrique occidentale française*, t. XIV, n° 3, septembre 1931, Paris, 1932, p. 2-3.

(4) H. BARTH, Voyages et découvertes dans l'Afrique septentrionale et centrale pendant les années 1849 à 1855 (traduction PAUL ITHIER), Paris, 1860-1861, t. II, p. 302.

(5) G. NACHTIGAL, Sahara et Soudan (traduction J. GOURDAULT), Paris, 1881, t. I (seul paru), p. 495.

(6) De nos jours, 1905, 1908, 1914 sont des années de régression du lac Tchad, tandis que 1855, 1871, 1898 sont des années de crues. En temps de crue, l'eau remonte parfois dans le sillon du Bahr-el-Ghazal Soro, mais pas très loin. D'après H. FREYDEN-

sans doute la disparition du lac Tchad (1), dernier témoin du vaste bassin intérieur que fut la mer paléotchadienne.

BERG [*1908*, p. 42], les Indigènes admettent une période de vingt ans pour les petites oscillations du Tchad ; ils disent aussi que toutes les trois ou quatre périodes, à un asséchement presque complet succède une inondation considérable.

(1) La capture du Logone par la Bénoué est, pour le lac Tchad et le bassin du Chari, un grand danger, car les eaux du lac et de ses tributaires, s'écoulant vers le Niger, assécheraient rapidement tout le bassin (Cf., à ce sujet, J. TILHO, *1926*, p. 16-21, carte, et *C. R. Acad. Sc. de Paris*, t. CXCIX, 22 octobre 1934, p. 752-755).

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1907. CHEVALIER (A.), Mission Chari-Lac Tchad, 1902-1904. L'Afrique centrale française. Appendices par PELLEGRIN, GERMAIN, COURTET, PETIT, BOUVIER, LESNE, DU BUYSSON, SURCOUF. Paris, A. Challamel, in-8, XV-776 pages, 112 figures, 8 planches, 6 planches cartes.

1909. CHUDEAU (R.), Sahara Soudanais. Paris, A. Colin, in-8, IV-326 pages, 80 figures, 38 planches, 3 cartes.

1908. FREYDENBERG (H.), Le Tchad et le Bassin du Chari. Paris, F. Schmidt, in-8, VI-187 pages, figures dans le texte et 4 cartes hors texte.

1904. GERMAIN (LOUIS), Note préliminaire sur les Mollusques recueillis par les membres de la Mission A. CHEVALIER, dans la région du Tchad et le Bassin du Chari (*Bull. Muséum Hist. nat. Paris*, t. X, p. 466-471).

1905. GERMAIN (LOUIS), Sur les Mollusques recueillis par les membres de la Mission F. FOUREAU-LAMY dans le Centre africain (*Ibid.*, t. XI, nº 4, p. 249-253, et nº 5, p. 327-331, 3 fig.) ; et Mollusques *in* F. FOUREAU, Documents scientifiques Mission saharienne, t. II, p. 1060-1063.

1905-1913. GERMAIN (LOUIS), Contributions à la faune malacologique de l'Afrique équatoriale.

I. Note sur quelques Mollusques nouveaux du lac Tchad et du bassin du Chari (*Bulletin Muséum Paris*, t. XI, p. 483-489).

II. Mollusques recueillis par M. LENFANT dans le lac Tchad ; III. Sur quelques Lamellibranches du lac Tchad rapportés par M. le lieutenant HARDELET ; IV. Sur les Mollusques recueillis par M. le lieutenant MOLL dans la région du lac Tchad (*Ibid.*, t. XII, 1906, p. 52-61, fig. 1-4).

V. Sur les Mollusques recueillis par M. le capitaine DUPERTHUIS dans la région du Kanem (*Ibid.*, t. XII, 1906, p. 166-174, fig. 5-6).

X. Mollusques nouveaux du lac Tchad (Mission R. CHUDEAU) (*Ibid.*, t. XIII, 1907, p. 269-275, fig. 19-23).

XIX. Mollusques nouveaux de l'Afrique tropicale (*Ibid.*, t. XV, 1909, p. 375-378).

XXI. Mollusques nouveaux du Soudan français, recueillis par M. G. GARDE (*Ibid.*, t. XV, 1909, p. 472-477).

XXIII. Mollusques recueillis par M. le lieutenant FERRANDI, dans l'Egueï et le Bodelé (Nord-Est du Tchad) (*Ibid.*, t. XVI, 1910, p. 204-212, fig. 48).

XXIV. Mollusques nouveaux de la région du Tchad et de l'Est africain (*Ibid.*, t. XVII, 1911, p. 133-136).

XXXI. Mollusques du lac Tchad et des Pays-Bas du Tchad (*Ibid.*, t. XVIII, 1912, p. 83-86).

XXXVII. Gastéropodes du voyage en Afrique tropicale de M. le Dr POUTRIN (*Ibid.*, t. XIX, 1913, p. 282-290, fig. 65-66).

XXXVIII. Pélécypodes du voyage en Afrique tropicale de M. le Dr POUTRIN (*Ibid.*, t. XIX, 1913, p. 290-296, fig. 67-70).

1907. GERMAIN (LOUIS), Étude sur les Mollusques recueillis par M. le lieutenant LACOIN dans la région du lac Tchad (*Mémoires Soc. Zool. France*, t. XIX, p. 219-242, Pl. IV).

1907. GERMAIN (LOUIS), Les Mollusques terrestres et fluviatiles de l'Afrique centrale française, *in* A. CHEVALIER, *loc. supra cit.*, p. 457-617, 16 figures texte et 2 planches.

1911. GERMAIN (LOUIS), Étude sur les Mollusques terrestres et fluviatiles recueillis au cours de la Mission de délimitation du Niger-Tchad (Mission TILHO), *Documents scientifiques Mission* TILHO, Paris, Imprimerie Nationale, t. II, p. 165-247, 4 planches.

1916. GERMAIN (LOUIS), Seconde Notice malacologique, *Documents scientifiques Mission* TILHO, t. III, Paris, E. Larose, p. 283-322, 1 planche.

1933. GERMAIN (LOUIS), Mollusques terrestres et fluviatiles de l'Afrique occidentale française (Mission A. CHEVALIER, 1931-1932) (*Bull. Comité études hist. scient. Afrique occid. franç.*, t. XVI, n° 2, 68 pages, 8 figures texte dont 1 carte).

1877. MARTENS (Dr E. VON) [Note (sans titre) sur les Mollusques du lac Tchad], *Sitzungsber. d. Gesellsch. Naturf. Freunde Berlin*, p. 242.

1903. MARTENS (Dr E. VON), Süsswasser-Conchylien von Südufer des Tsad-Sees (*Sitzungsb. d. Gesellsch. Naturf. Freunde Berlin*, p. 5-10).

1926. TILHO (J.), Du lac Tchad au Tibesti. Exposé sommaire de l'exploration de M. J. TILHO dans les régions du Tchad, du Borkou, de l'Ennedi et du Tibesti. Paris, in-8, XI-92 pages, 9 planches, 2 planches cartes.

Quelques mots
sur l'inversion chez les Gastéropodes

Par M. ÉD. LAMY
Sous-Directeur honoraire de Laboratoire.

Le cas tératologique d'un animal offrant un organisme inversé par rapport à sa disposition normale est bien connu chez les Gastéropodes.

Dans l'immense majorité de ces Mollusques, le mouvement tournant, pouvant atteindre ou même dépasser 180°, qui constitue la torsion caractéristique amenant dorsalement et en avant l'anus et les organes voisins, primitivement situés ventralement, se fait de telle sorte que l'anus, pour gagner le dos, passe par le côté droit de l'animal : c'est le cas des Gastéropodes organiquement dextres. En outre, le plus souvent, le sommet de la spirale ne reste pas dans le plan de symétrie de celle-ci : il fait, en général, peu à peu saillie à droite, et la spirale se transforme en une hélice asymétrique ; cet enroulement turriculé asymétrique est ordinairement dextre (dans le sens d'une vis), c'est-à-dire se fait, en montant à partir du sommet, de gauche à droite dans le sens des aiguilles d'une montre. La torsion dextre avec enroulement dextre constitue la disposition habituelle des Gastéropodes.

Toutefois, dans certains cas, il y a torsion sénestre avec enroulement sénestre : ce sont les Gastéropodes organiquement sénestres, chez lesquels, d'une part, le mouvement de torsion se fait de telle façon que l'anus, pour gagner le dos, passe sur le côté gauche de l'animal, et, d'autre part, l'enroulement turriculé asymétrique s'effectue de droite à gauche. Chez un semblable animal, tout l'organisme est inversé ; il y a un complet *situs inversus viscerum* d'une forme à enroulement dextre : l'animal d'un Gastéropode sénestre est le symétrique, l'image dans un miroir, de celui d'un Gastéropode dextre. C'est ce qui se produit soit normalement dans quelques genres (*Triforis*, *Physa*, etc.) et chez diverses espèces (*Fulgur perversum* L., *Neptunea contraria* L., etc.) [sinistrorsité spécifique] (1), soit térato-

(1) Dans ces genres ou espèces sénestres, où l'enroulement normal se fait de droite à gauche, on peut rencontrer d'ailleurs des cas tératologiques de dextrorsité, c'est-à-dire d'enroulement de gauche à droite.

logiquement dans des spécimens anormaux [sinistrorsité individuelle], par exemple de *Buccinum undatum* L., d'*Helix pomatia* L., etc. (1).

Mais, à côté de ces formes organiquement sénestres, il y a certains Gastéropodes chez qui la coquille seule subit un enroulement turriculé inverse de la disposition normale. Il existe, en effet, des formes à torsion dextre avec enroulements énestre (*Lanistes* par exemple), chez lesquelles l'enroulement est hyperstrophe, c'est-à-dire où, les tours qui forment la spire étant très peu saillants, cette dernière, en se surbaissant peu à peu, est arrivée d'abord à être plane, puis est devenue finalement rentrante et s'est transformée en faux ombilic ; en même temps, ce qui correspond à l'ombilic des coquilles enroulées normalement est devenu saillant et a constitué une fausse spire dont l'enroulement paraît alors sénestre (2). Dans ces formes dextres avec enroulement hyperstrophe pseudo-sénestre, l'animal organiquement dextre a une coquille d'apparence sénestre.

On a remarqué que, dans certaines localités, les formes inverses étaient plus communes, ou tout au moins pas aussi rares que dans d'autres stations : par exemple, on a signalé comme riches en formes sénestres d'*Helix aspersa* Müll. les environs de La Rochelle (Cailliaud) et ceux de Montpellier (Moitessier).

Pour expliquer ce phénomène, Bourguignat [1868, p. 90] a proposé la singulière théorie suivante : « Je pense, pour qu'une coquille sénestre puisse se reproduire, qu'une réunion similaire de circonstances est nécessaire. Il faut donc : 1° un sol bon conducteur de l'électricité, ou facilement décomposable par induction, comme, par exemple, une localité possédant des couches de minerai de fer ou des filons métalliques; 2° un temps assez orageux pour agir par influence sur l'électricité latente des couches de cette localité; 3° une réunion subite des électricités du nuage et du sol comme pour un coup de foudre, par exemple, pour amener dans les filons métalliques de la localité, dont l'électricité latente a été décomposée par induction, une réunion électro-magnétique instantanée ; 4° cette réunion électro-magnétique doit coïncider (point important) avec le jour où chez le germe se manifeste la première vitalité ; 5° cette réunion doit avoir lieu en sens inverse du mouvement de rotation. »

Le Dr P. Fischer et E.-L. Bouvier [1892, p. 128] ont notamment objecté à cette explication que la présence d'individus sénestres au milieu de spécimens dextres dans l'utérus d'un *Melantho* (= *Campeloma*) démontre qu'une action extérieure, comme celle de la réunion subite des électricités des nuages et du sol, ne peut être une cause efficiente du phénomène, puisque, dans ce cas, son influence sur les embryons aurait été générale et aurait déterminé la sinistrorsité de toutes leurs coquilles sans exception.

Ce fait apporte également un argument à invoquer contre l'hypothèse d'E.-L. Bouvier [1887, p. 19], qui pensait que, quand on trouve, localisés dans un petit canton, un

(1) E.-R. Sykes [1905, p. 269], C.-F. Ancey [1906, p. 188], Ph. Dautzenberg [1914, p. 55], P. Pelseneer [1920-*a*, p. 356 ; 1920-*b*, p. 30] ont dressé la liste des espèces de Gastéropodes chez lesquelles des cas d'inversion tératologique ont été observés.

Dès 1786. Chemnitz [p. 1-137, Pl. CIII-CXIV] avait écrit sur les coquilles sénestres une importante dissertation accompagnée de planches représentant toutes celles qu'il avait pu se procurer.

P. Fischer et E.-L. Bouvier [1892, p. 122] ont donné l'énumération de toutes les formes de Mollusques nus et testacés chez lesquelles on a constaté la sinistrorsité générique, spécifique ou tératologique.

(2) Cf. Pelseneer [1897, p. 21].

nombre parfois très considérable d'Hélicidés sénestres, l'étude des conditions pétrographiques et hydrographiques du lieu pourrait peut-être donner d'utiles renseignements sur cette abondance.

Il est aujourd'hui parfaitement établi que l'inversion n'est pas due au milieu extérieur.

Divers modes d'explication ont été donnés en vue d'interpréter l'inversion tératologique.

Pour certains naturalistes, un tel phénomène aurait été le résultat d'un accident : par exemple, COMPANYO [1863, p. 432] admettait que c'était toujours à la suite de quelque dommage que cette bizarrerie se formait, et il disait avoir toujours remarqué que les coquilles sénestres offrent la trace d'altérations.

Au contraire, LOCARD [1881, p. 530] affirme, avec raison, que toutes les coquilles inverses examinées par lui sont parfaitement régulières et normales dans leur monstruosité. Il regarde l'inversion comme originelle : elle n'est point le résultat d'un accident postérieur à l'éclosion du Mollusque, elle existe chez celui-ci au sortir même de l'œuf et elle a pour point de départ l'embryon lorsqu'il commence sa rotation (1).

Chez les Gastéropodes organiquement sénestres, c'est-à-dire ceux dont toute l'anatomie est transposée, on constate que, dans le développement embryogénique, la segmentation est inversée dès le début, à partir de la deuxième division de l'œuf, celle qui produit le stade à quatre cellules. Comme le dit A. ROBERT [1903, p. 230], il semble donc bien indiqué de croire à une relation entre cette inversion totale de la segmentation et la disposition sénestre de l'adulte : par suite, il paraît rationnel d'admettre que l'asymétrie dextre ou sénestre des Gastéropodes adultes a sa source dans leur segmentation et de penser que le sens de cette asymétrie, qui se manifeste, dans l'ontogenèse, dès les premiers stades de cette segmentation, est prédéterminé dans l'œuf lui-même.

La sinistrorsité est donc un caractère d'apparition très précoce qui est commandé par la structure du cytoplasme ovulaire : elle a son origine lointaine dans cet œuf lui-même, dont les morphoplasmes ont vraisemblablement une disposition inverse de l'ordinaire [CUÉNOT, 1911, p. 46, et 1932, p. 128].

L'inversion totale des viscères qui intéresse l'organisme dans son entier et, en particulier, chez les Gastéropodes, tout aussi bien la sole céphalo-pédieuse que la masse du tortillon, doit être regardée comme étant, depuis le début de l'évolution ovulaire jusqu'à l'achèvement de l'être, la copie exacte, symétrique suivant les lois de l'image dans un miroir, de la morphologie ordinaire : elle est aussi normale que celle-ci et sujette aux mêmes accidents pathologiques ou tératologiques. Dans la sinistrorsité, il n'y a donc aucune déformation du blastoderme : cette inversion normale n'est pas malformative, et on y constate simplement une répétition autonome symétrique de l'ontogenèse des formes dextres [Edm. GUILLEMIN, 1912, p. 6 et 9].

Le sens de l'asymétrie (dextre ou sénestre) des Gastéropodes, étant une propriété

(1) On sait que les embryons des Mollusques exécutent dans l'œuf, avant la segmentation, un mouvement de rotation sur eux-mêmes dû à une action ciliaire ou vitale. W. D. HARTMAN [1881, p. 176] attribuait aussi la sinistrorsité à un renversement des forces vitales agissant pendant la segmentation.

dérivée du cytoplasme de la cellule ovulaire, est prédéterminé dans l'œuf ovarien non encore fécondé (1) et n'est pas immédiatement influencé, lors de la copulation, par l'intervention du spermatozoïde, dont l'effet ne se fera sentir que dans la génération suivante.

A.-E. BOYCOTT et C. DIVER [1925, p. 113 ; 1930, p. 51], avec le concours de plusieurs collaborateurs, ont poursuivi depuis 1920, en Angleterre, des expériences continues d'élevage en partant de quatre spécimens sénestres de *Limnæa peregra* Müll., qui est une espèce normalement dextre, chez laquelle il peut y avoir autofécondation, quand on isole les individus, et ils ont observé les faits suivants.

Lorsque l'on croise un spécimen sénestre avec un dextre, l'œuf de ce *Limnæa* sénestre P_1, fécondé par le sperme du dextre, donne un individu sénestre F_1 : il y a eu dominance du cytoplasme ovulaire maternel, et l'intervention du sperme n'a pas affecté le sens de l'enroulement du zygote produit par la fécondation : c'est un cas d' « hérédité maternelle ».

Mais ce sperme a introduit un facteur dextre qui influe sur les œufs de cet individu sénestre F_1 avant toute fécondation de ceux-ci et les détermine comme dextres (2). Il en résulte que, quand ces œufs de ce *Limnæa* sénestre F_1 sont fécondés par ses propres spermatozoïdes, ils constituent une ponte homogène donnant une génération F_2 d'individus qui sont tous uniformément dextres : l'effet des chromosomes du sperme de la première copulation se fait donc sentir seulement à ce moment ; il s'est trouvé ainsi retardé pour une génération : il vaut donc mieux, à l'expression d' « hérédité maternelle », substituer celle d' « hérédité retardée ».

Puis ces individus dextres F_2 émettent une ponte mixte qui donne une génération F_3, comprenant des dextres et des sénestres dans la proportion de 3 à 1.

Un Mollusque sénestre peut donc produire une descendance dextre.

La constatation que la sinistrorsité se montre souvent dans une localité déterminée permettait de supposer qu'elle pourrait se transmettre, et cette question de l'hérédité ou de la non-hérédité est restée longtemps litigieuse. Mais les faits ont démontré que la sinistrorsité peut être transmise chez certaines formes et ne pas l'être chez d'autres.

Il y a, en effet, des espèces pour lesquelles, en faisant accoupler des animaux sénestres, on n'a obtenu que des produits dextres. C'est ainsi que, d'après CAILLIAUD [1865, p. 220], plusieurs *Helix aspersa* Müll. sénestres, élevés ensemble, ont donné naissance à plus de vingt petits dont pas un n'était sénestre : tous les jeunes étaient, au contraire, revenus au type normal. Les observations de CHEMNITZ [1786, p. 19], de LANG [1896, p. 488] et de KÜNKEL [1903, p. 661] sur l'*Helix pomatia* L., où les spécimens sénestres sont très rares (1 sur 20 000 ou 100 000 suivant les localités), ont conduit à un résultat semblable : sur plusieurs centaines de petits provenant de l'accouplement d'individus sénestres, tous ont été dextres, et ces dextres, à leur tour, n'ont encore engendré que des dextres, sans aucun retour du caractère grand-parental. De même, DEWITZ [1916, p. 1], ayant placé, dans un aquarium, des Limnées sénestres, a obtenu une centaine de descendants, tous dextres.

(1) Il y a ce que E.-B. WILSON appelle une « prélocalisation cytoplasmique » [T.-D.-A. COCKERELL, 1925, p. 23].

(2) BOYCOTT et DIVER ont reconnu [1930, p. 53] à l'état dextre le caractère dominant qu'ils lui avaient d'abord refusé [1925, p. 128].

Dans ces différents cas, d'après le Dr Edm. GUILLEMIN [1912, p. 13], il semblerait que les dispositions morphoplasmatiques spéciales (si l'on admet l'existence de morphoplasmes dans l'œuf) productrices de la sinistrorsité naissent dans l'ovule même sous l'influence de circonstances physiques encore inconnues présidant au développement ovulaire et qu'elles ne sont pas un héritage germinal de morphoplasmes déjà existant chez les parents et transmis du père ou de la mère à l'enfant.

Mais, par contre, d'autres cas venant à l'appui de la thèse de l'hérédité ont été observés. Chez l'*Helix aspersa* Müll., où ordinairement il n'y a pas hérédité, on a signalé à La Rochelle l'existence d'une race sénestre qui s'est reproduite pendant plusieurs années [CAILLIAUD, 1865, p. 220]. COLLIN [1872, p. 83 et 92] rapporte que, dans une mare M. DE BULLEMONT trouva une vingtaine de *Limnæa stagnalis* L. sénestres en compagnie de nombreux exemplaires dextres : placées en aquarium, ces Limnées sénestres émirent des pontes qui donnèrent exclusivement des petits sénestres. Dans un abreuvoir du Nord de l'Angleterre, *Limnæa peregra* Müll. a présenté, durant cinquante ans, des formes sénestres, 3 p. 100 environ du nombre total [BATESON, 1913, p. 133]. On a trouvé parfois des *Helix* sénestres en telle quantité (2 000 *Helix nemoralis* L. fossiles en Irlande) qu'il n'est pas douteux que la variation était héréditaire [CUÉNOT, 1921, p. 221].

Les expériences d'élevage d'individus sénestres de *Limnæa peregra*, poursuivies depuis 1920 pendant plus d'une dizaine d'années consécutives, ont montré que cette variation « inverse » pouvait progressivement devenir héréditaire, si l'on a soin d'isoler, d'une façon continue, dès leur éclosion, tous les individus sénestres.

D'abord, pendant les premières générations, on a obtenu, à côté de pontes uniquement sénestres, des pontes exclusivement dextres et des pontes mixtes, comprenant à la fois des embryons dextres et d'autres sénestres [HARGREAVES, 1919, p. 55].

Ensuite, après quelques générations où ces retours au type dextre se montrèrent moins nombreux, il a été constaté que l'hérédité est devenue régulière et, en 1932, depuis sept ans déjà, la nouvelle race sénestre s'était maintenue sans aucune réapparition de spécimens de la race dextre originelle : la variation « inverse » a, par conséquent, acquis « progressivement » une hérédité régulière [PELSENEER, 1932, p. 288].

Il existe donc deux ordres de faits observés, l'inversion pouvant se manifester héréditaire ou non. L. CUÉNOT [1921, p. 233] a donné une explication de cette divergence. On sait que, dans un animal, l'ensemble des cellules sexuelles constitue le *germen*, que l'on oppose au reste du corps, le *soma*. Quand la sinistrorsité n'est pas héréditaire, elle serait une *somation*, c'est-à-dire une variation due à ce qu'un changement dans les conditions de milieu aurait affecté le soma seul de l'individu, sans toucher au germen. Lorsque la sinistrorsité est héréditaire, elle serait une *mutation*, c'est-à-dire une variation qui aurait porté sur la constitution physico-chimique d'une cellule sexuelle et qui, passant dans le germen du descendant, continuerait à se transmettre.

Ainsi donc, la sinistrorsité des Gastéropodes est une seule et même variation morphologique qui pourrait avoir l'une ou l'autre de ces deux origines physiologiques différentes.

L'inconstance de l'hérédité de la variation, c'est-à-dire le fait qu'un individu donne

des jeunes tous d'un sens d'enroulement contraire au sien, a été constatée non seulement dans le cas de fécondation croisée, mais dans celui d'autofécondation. De même que, parmi les *Partula* amphidromes, où l'accouplement est rendu possible par la rencontre d'un individu de même type, un *Partula nodosa* Pfr. (vivipare) dextre pourra parfois renfermer seulement une progéniture sénestre [PELSENEER, 1920-*b*, p. 656 et 662], il arrive qu'un *Limnæa peregra* Müll. sénestre, isolé et par conséquent autofécondé, aura une descendance entièrement dextre [CUÉNOT, 1932, p. 128].

L. CUÉNOT a proposé pour ce dernier cas une explication basée sur les lois de MENDEL.

Rappelons en quoi celles-ci consistent et prenons pour exemple les expériences de A. LANG (1906) sur l'*Helix hortensis* Müll.

Dans cette espèce, il existe notamment deux types : chez l'un, la coquille est jaune uniforme ; chez l'autre, elle présente cinq bandes noires.

Tout Mollusque naît de la fusion de deux cellules sexuelles ou gamètes. Désignons par J chaque cellule sexuelle de la race jaune : un Escargot jaune né de deux cellules J sera donc défini par la formule JJ. De même, si R est le symbole de la cellule sexuelle de la race rayée, un Escargot rayé issu de deux cellules R aura pour formule RR. Dans les deux cas, l'individu sera dit « homozygote ».

Si l'on croise un Escargot jaune avec un rayé, on obtient une 1re génération F_1 d'hybrides ou «hétérozygotes». Or, on constate que tous ces hybrides F_1 sont jaunes : le caractère jaune l'a donc emporté, et on dit qu'il est «dominant», tandis que le caractère rayé est «récessif».

Croisons entre eux ces deux hybrides F_1 à caractère jaune dominant. Cette fois, dans la progéniture F_2, il y a non seulement des jaunes, mais aussi des rayés.

Les rayés de cette 2e génération, croisés entre eux, n'engendrent plus jamais que des rayés : on les appelle rayés purs.

Quant aux jaunes de cette 2e génération, certains (jaunes purs) ne produisent de même que des jaunes, tandis que d'autres (jaunes mixtes) donnent, à la génération suivante, encore des jaunes et des rayés.

Si l'on opère sur de très grands nombres, on constate qu'il existe une relation définie et constante entre les deux races, soit 3 jaunes pour 1 rayé.

Les hybrides de 1re génération F_1 étaient formés par la fusion d'un gamète renfermant le caractère jaune avec un autre gamète contenant le caractère rayé ; mais, le facteur jaune dominant l'autre, ces hybrides sont jaunes.

Cependant, les deux facteurs ont passé dans toutes les cellules du corps de l'hybride, y compris les cellules sexuelles.

Au moment de la formation des gamètes (œufs et spermatozoïdes) de cet hybride, il y a disjonction des deux facteurs : la moitié des gamètes reçoit le caractère jaune J, l'autre moitié le caractère rayé R.

Lorsque l'on croise les hybrides entre eux, il peut se produire quatre combinaisons de gamètes :

♂ J × ♀ J = JJ, jaunes purs.
♂ R × ♀ R = RR, rayés purs.
♂ J × ♀ R = JR }
♂ R × ♀ J = RJ } jaunes mixtes.

Il y aura donc 1 rayé pur (homozygote) et 3 jaunes, dont 1 pur (homozygote) et 2 mixtes (hétérozygotes).

Par conséquent, il doit se produire 25 p. 100 de jaunes purs, 50 p. 100 de jaunes mixtes (ceux-ci ayant la couleur jaune, en vertu de la loi de dominance) et 25 p. 100 de rayés purs.

Les rapports suivant lesquels sont fournis les divers produits du croisement sont, par suite, $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{4}$, $\frac{1}{4}$, soit 1, 2, 1, et on voit que le croisement d'hétérozygotes (hybrides) peut donner des individus homozygotes (représentants de races pures).

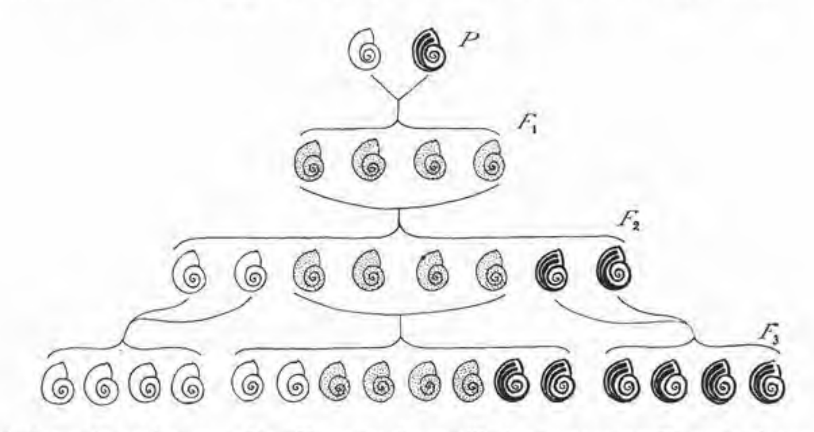


Schéma représentant les résultats du croisement d'un Escargot à coquille jaune avec un Escargot à coquille rayée ; les coquilles des individus jaunes purs ont été laissées en blanc ; celles des jaunes mixtes ont été conventionnellement teintées en gris, mais en réalité, le caractère jaune étant dominant, elles ne se distinguent en rien de celles des jaunes purs. — P, individus parents ; F_1, F_2, F_3, 1re, 2e, 3e génération.

Revenons maintenant au cas d'une Limnée engendrant par autofécondation des rejetons d'un sens d'enroulement contraire au sien.

Partons d'un œuf à structure cytoplasmique sénestre dont le noyau renferme le facteur S (état sénestre) et supposons qu'il soit fécondé par un spermatozoïde de valeur D (état dextre). Il produira un individu sénestre (vu la structure du cytoplasme) à noyau mixte DS. Lorsque cet individu formera à son tour ses œufs ovariens, ils auront une structure cytoplasmique dextre par suite de la dominance du facteur D sur S. La disjonction fournira des gamètes mâles ou femelles portant dans le noyau soit D, soit S. L'autofécondation aboutira à des œufs de structure cytoplasmique dextre ayant des noyaux DD ou DS ou SS, dans les proportions 1, 2, 1.

L'œuf à structure dextre et à noyau DD fondera une lignée pure dextre. L'œuf à structure dextre et à noyau SS donnera un animal dextre, mais qui formera des œufs ovariens à structure sénestre, de sorte que le parent dextre donnera des petits sénestres et, par autofécondation, ceux-ci fonderont une lignée pure sénestre. Enfin l'hétérozygote, à structure cytoplasmique dextre et à noyau mixte DS, recommencera le cycle des disjonctions [CUÉNOT, 1932, p. 128].

Entre l'hérédité parfaite et régulière (espèces normalement sénestres : *Physa*, etc.) d'une part, et le défaut total d'hérédité (sinistrorsité accidentelle d'*Helix pomatia*, etc.), d'autre part, on observe tous les intermédiaires.

Citons, en particulier, le cas du *Partula otaheitana* Brug. [Tahiti]. Dans les portions centrales de son aire géographique, l'espèce est amphidrome : il y a simultanément des adultes dextres et des adultes sénestres et, malgré que l'accouplement paraisse impossible entre individus d'enroulement différent, chacun, qu'il soit dextre ou sénestre, donne indistinctement des jeunes dextres ou sénestres. Mais, dans les vallées de l'une des extrémités de la dispersion, on ne trouve que des adultes exclusivement dextres, et ils produisent uniquement des jeunes dextres, tandis que, dans les localités de l'autre extrémité, tous les adultes sont sénestres et engendrent exclusivement des jeunes sénestres : ainsi a pu prendre naissance une race locale sénestre à hérédité constante [Pelseneer, 1920-*a*, p. 366 ; 1920-*b*, p. 448].

Rappelons encore le cas des *Campeloma* ou *Melantho*, celui des *Limnæa peregra* et *L. stagnalis* des petites mares, etc.

Du fait que l'on rencontre ainsi tous les degrés entre l'hérédité obligatoire et l'absence d'hérédité, Pelseneer (1920-*a*, p. 373 ; 1920-*b*, p. 746) conclut que les deux variations germinale [mutation] et somatique [fluctuation], identiques morphologiquement, diffèrent seulement par l'intensité de la fréquence et de l'hérédité.

D'ailleurs, P. Hesse [1914, p. 377] a montré que deux cas sont à distinguer chez les Pulmonés terrestres.

Tandis que, chez l'*Helix pomatia* L., les individus sénestres, qui ne se présentent qu'isolément (1), descendent, sans aucun doute, de parents dextres, on doit admettre, dans un grand nombre de cas, *Pupidæ, Buliminidæ, Clausiliidæ,* que la production d'animaux à enroulement inverse résulte d'une transmission héréditaire.

En effet, l'accouplement d'un *Helix pomatia* sénestre avec des individus normaux de la même espèce ne peut pas avoir lieu : l'orifice génital étant à droite chez les spécimen normaux et à gauche chez les sénestres, la coquille volumineuse forme un obstacle insurmontable au rapprochement sexuel, qui ne peut se faire que de côté. Par suite, chez l'*H. pomatia* et la grande majorité des *Helicidæ*, un animal sénestre, parmi d'autres normaux, est condamné au célibat : c'est seulement dans le cas, certainement très rare, où, dans une colonie, un individu présente la même anomalie que, la copulation pouvant s'effectuer, il y a possibilité de transmission de la sinistrorsité, sinon à la première génération, vraisemblablement aux postérieures.

Au contraire, chez les espèces qui ont une coquille grêle à haute spire, avec une base étroite, l'obstacle doit avoir beaucoup moins de valeur et, par suite, un accouplement de côté pourra avoir lieu : comme conséquence, un animal unique à enroulement inverse, qui se trouvera par hasard dans une colonie d'individus normaux, aura la possibilité de se reproduire en se croisant avec un spécimen normal ; parmi les descendants, une certaine proportion présentera le même enroulement inverse, et ainsi se formera une race offrant cette anomalie.

En outre, comme l'a signalé L. Cuénot [1921, p. 415 ; 1932, p. 392], si, d'une manière

(1) Chez l'*Helix pomatia*, c'est un seul œuf qui se segmente inversement ; mais Pelseneer [1920-*b*, p. 303] a observé chez le *Pterotrachea mutica* Les. un cas où une ponte tout entière s'était segmentée en sens inverse des pontes normales.

générale, quand dans une espèce dextre apparaît un individu sénestre, à qui la copulation avec les dextres est tout à fait interdite, il ne peut se reproduire qu'à la condition de se trouver en présence d'un autre individu sénestre, il est cependant un cas où cette rencontre devient très possible : c'est celui des espèces « amphidromes », c'est-à-dire celles chez lesquelles, dans une même localité, normalement les individus ont un enroulement indifférent, tantôt dextre, tantôt sénestre, un même parent donnant naissance à des jeunes, les uns dextres, les autres sénestres : certaines formes de *Limnæa* et *Achatinella* des îles Sandwich, *Amphidromus* de la Cochinchine, *Partula* de l'archipel de la Société, *Clausilia* de Transylvanie, etc.

D'autre part, L.-E. ADAMS [1923, p. 261] a fait remarquer que, si l'accouplement d'un individu sénestre avec un dextre semble, chez les formes terrestres, être, en général, sinon impossible, du moins extrêmement difficile, on peut espérer arriver à un résultat avec les espèces aquatiques, qui ont la possibilité de se suspendre dans une position quelconque. En plaçant dans un bocal contenant des *Elodea* un *Limnæa peregra* Müll. sénestre vierge avec un individu dextre de même taille et de même âge, cet auteur a constaté, de mai à août 1922, vingt tentatives de copulation, dont plusieurs infructueuses. Une fois, le 11 juillet, il a observé que chaque individu avait réussi à placer son pénis en extension sur le pore génital de l'autre : c'est la seule occasion où il a noté une possibilité de succès, sans pouvoir d'ailleurs affirmer qu'il y a eu véritablement pénétration. Entre le 6 juin et le 15 avril, vingt capsules d'œufs ont été déposées, soit parmi les herbes, soit sur le fond du bocal. Parmi ces différentes pontes, les unes ont donné, à l'éclosion, uniquement des individus dextres, les autres des sénestres, et, dans les deux cas, il y avait eu probablement autofécondation. Mais il s'est trouvé deux pontes mixtes qui ont fourni, l'une 10 individus dextres et 5 sénestres, l'autre 1 dextre et 6 sénestres, et qui indiquent la possibilité d'une copulation suivie de succès.

Cependant G. COLLIN [1872, p. 93], qui a signalé (Voir plus haut, p. 405) la découverte d'une vingtaine de *Limnæa stagnalis* L. sénestres dans une mare où se trouvaient également des exemplaires dextres et qui a obtenu en aquarium l'hérédité de cette variation *sinistrorsa*, a dit avoir constaté que, chez le *L. stagnalis*, nul individu dextre ne peut s'accoupler par aucun moyen avec un sénestre. Il a admis que de la première ponte qui avait donné dans la mare la variété sénestre ont dû surgir en même temps plusieurs individus affectés de cette anomalie : puis ceux-ci, étant les uns vis-à-vis des autres dans les mêmes conditions que les Limnées ordinaires et pouvant, par suite, s'accoupler parfaitement entre eux, ont engendré de nombreux descendants. Ces derniers ne peuvent naturellement pas varier pour retourner au type, car il n'y a pas de subsénestre ou d'intermédiaire entre la forme dextre et la forme sénestre : les individus de la variété *sinistrorsa* doivent se reproduire tels qu'ils sont ou disparaître tout d'un coup.

D'après ce qui précède, chez les Pulmonés terrestres, ce serait donc par stations que se trouveraient les formes sénestres et, de cette façon, il se serait fondé des races isolées qui ne se mélangent plus avec la souche d'où elles sortent. C'est ainsi que les *Buliminus* du Nord-Ouest de l'Inde constituent parfois des colonies assez nombreuses où tous les indi-

vidus sont sénestres et dans lesquelles l'anomalie a pris un caractère de race [ANCEY, 1906, p. 192]. De même, plusieurs espèces (*Pupoides pacificus* Pfr. [Australie], *Eulota mercatoria* Gray [Japon], etc.) sont exclusivement sénestres dans certaines stations et constamment dextres dans d'autres [PELSENEER, 1920-*a*, p. 366 ; CUÉNOT, 1921, p. 415].

Selon le Dr Edm. GUILLEMIN [1912, p. 14], on aurait là affaire à des colonies qui, à l'origine, seraient provenues des pontes d'un même individu chez qui les conditions physiques de déclenchement ovulaire de la sinistrorsité se seraient rencontrées au moment de la formation des ovules.

Il paraît en être de même pour les Gastéropodes marins, ainsi que le montre un cas mentionné chez le *Turbinella pirum* L.

J. HORNELL [1914, p. 654] a cherché à établir une statistique indiquant, chez cette forme, la rareté des exceptions inverses à la disposition normale, qui constituent le « chank » sacré des Hindous, et il estime que, dans l'espace de trois cents ans, sur 750 000 000 coquilles de cette espèce, il a été trouvé seulement 120 spécimens sénestres, ce qui donne la proportion infinitésimale de 1 individu inverse sur 6 250 000 exemplaires normaux.

Il n'existe pas de données suffisantes pour savoir si la rencontre de chanks sénestres est plus fréquente dans une localité que dans une autre ou s'il y a quelques conditions naturelles qui favorisent leur production. En majorité, on les a trouvés isolément à de longs intervalles. Cependant HORNELL signale un cas où, en une seule saison (1900-1901), dans un même banc vaseux au Nord du golfe de Manaar, ont été prises 12 coquilles sénestres, qui étaient toutes attaquées par des *Clione* et autres organismes perforants : les circonstances générales rendent probable la supposition que ces individus appartenaient à la même ponte et, en raisonnant par analogie, il n'est pas invraisemblable de penser que l'un des parents offrait le même caractère sénestre.

Un autre cas d'une race de Gastéropodes marins inversés a été indiqué.

Le *Neptunea* (*Chrysodomus*) *antiqua* L., qui, répandu dans les mers du Nord, ne descend pas plus bas que la côte du Portugal, présente une forme sénestre qui est la mutation *sinistrorsa* MÖRCH [1852, p. 104]. Il ne faut pas confondre, comme l'a fait JEFFREYS [1867, p. 325], cette variété avec le *Neptunea contraria* L., espèce bien distincte, normalement sénestre, vivant dans l'Atlantique (du golfe de Gascogne au Maroc) [E.-A. SMITH, 1906, p. 68 ; DAUTZENBERG et H. FISCHER, 1912, p. 80]. Cependant, L. CUÉNOT [1921, p. 221 et 415 ; 1932, p. 393] admet qu'il est probable que ce *N. contraria* est, lui aussi, incontestablement dérivé, au pliocène inférieur, du *N. antiqua*, qui a dû présenter, à cette époque, une variation sénestre héréditaire (1).

Comme GIARD l'a, en effet, suggéré [1877, p. 139], du fait que les individus inverses sont plus fréquents dans certains endroits que dans d'autres, il résulte que, si l'on suppose qu'une disjonction se soit opérée entre deux localités où se présentait un pareil dimorphisme

(1) Un cas analogue se présente parmi les Mollusques terrestres. MÜLLER [1774, p. 94 et 95] a séparé deux espèces, l'une dextre, l'*Helix interrupta*, l'autre sénestre, l'*H. contraria*. BRUGUIÈRE [1789, p. 316] les regardait comme de simples variétés, quoiqu'il reconnût l'existence de certains caractères différentiels. En réalité, ce sont deux *Amphidromus* bien distincts spécifiquement, l'*A. interruptus* Müll., de Java, Bornéo, Célèbes, et l'*A. contrarius* Müll., de Timor. Mais l'*A. interruptus*, de son côté, offre lui-même une variété sénestre un peu plus rare que la forme dextre [PILSBRY, 1900, p. 150 et 210].

de symétrie et qu'en ces points différents de la distribution géographique de l'espèce les variétés respectives aient été avantagées, on pourra comprendre comment sont arrivés à prendre naissance deux types zoologiques, l'un dextre, l'autre sénestre, qui ont pu d'ailleurs acquérir ultérieurement des caractères très divergents, mais qui sont issus cependant d'une seule et même forme ancestrale.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1774. MUELLER (O.-F.), Vermium terrestrium et fluviatilium Historia, t. II.

1786. CHEMNITZ (J.-H.), Einleitung in die Geschichte und Abhandlung von den Linksschnecken (*Neues System. Conch. Cab.*, Bd. IX).

1789. BRUGUIÈRE (J.-G.), Encyclopédie méthodique, Vers, t. I.

1852. MÖRCH (O. A. L.), Catalogus Conchyliorum quæ reliquit Yoldi, fasc. I.

1863. COMPANYO (L.), Histoire naturelle des Pyrénées-Orientales, t. III.

1865. CAILLIAUD (F.), Catalogue des Radiaires, etc., et des Mollusques recueillis dans le département de la Loire-Inférieure.

1867. JEFFREYS (J. G.), British Conchology, t. IV.

1868. BOURGUIGNAT (J.-R.), *in* MOITESSIER (P.-A.), Histoire malacologique du département de l'Hérault.

1872. COLLIN (G.), *Limnæa stagnalis* L. var. *sinistrorsa* Jeffr. (*Ann. Soc. malac. Belgique*, t. VII).

1877. GIARD (A.), Le développement des Pleuronectes, par A. AGASSIZ [Traduction] (*Revue Sc. nat. Montpellier*, t. VI).

1881. LOCARD (A.), Étude sur les variations malacologiques, t. II.

1881. HARTMANN (W.-D.), Observations on the species of the genus *Partula* (*Bull. Museum comp. Zool. Harv. Coll.*, t. IX).

1887. BOUVIER (E.-L.), Sur l'organisation des Gastéropodes sénestres (*Le Naturaliste*, 9e année).

1892. FISCHER (P.) et BOUVIER (E.-L.), Recherches et considérations sur l'asymétrie des Mollusques univalves (*Journ. de Conchyl.*, t. XL).

1892. PELSENEER (P.), A propos de l'asymétrie des Mollusques univalves (*Ibid.*).

1892. FISCHER (P.) et BOUVIER (E.-L.), Sur l'enroulement des Mollusques univalves (*Ibid.*).

1896. LANG (A), Kleine biologische Beobachtungen ueber die Weinbergschnecke [*Helix pomatia* L.] (*Viertelj. Ges. Zurich.*, t. XLI).

1897. PELSENEER (P.), Mollusques, *in* BLANCHARD (R.), Traité de Zoologie, fasc. XVI, Paris.

1900. PILSBY (H. A.), *in* TRYON (G. W.), Manual of Conchology, *Pulmonata*, vol. XIII.

1903. KUENKEL (K.), Zuchtversuche mit linksgewundenen Weinbergschnecken [*Helix pomatia*] (*Zool. Anz.*, t. XXVI).

1903. ROBERT (A.), Recherches sur le développement des Troques (*Arch. Zool. expér. et gén.*, 3e série, t. X).

1905. SYKES (E. R.), Variation in recent Mollusca (*Proc. Malac. Soc. London*, t. VI).

1906. SMITH (E. A.), Note on *Neptunea antiqua* (*Ibid.*, t. VII).

1906. ANCEY (C.-F.), Quelques observations sur les Mollusques Gastéropodes sénestres de l'époque actuelle (*Bull. scient. France et Belgique*, t. XL).

1911. CUÉNOT (L.), La Genèse des espèces animales, 1re édit., Paris.

1912. DAUTZENBERG (Ph.) et FISCHER (H.), Mollusques provenant des campagnes de l'*Hirondelle* et de la *Princesse-Alice* dans les mers du Nord (*Résult. camp. scient. Prince de Monaco*, fasc. XXXVII).

1912. GUILLEMIN (Dr Edm.), Sur les théories modernes de l'inversion splanchnique totale (*Revue médicale de l'Est*, Nancy).

1913. BATESON (W.), Problems of genetics, Londres.

1914. DAUTZENBERG (Ph.), Sinistrorsités et dextrorsités tératologiques (*Bull. Soc. Zool. France*, t. XXXIX).

1914. HESSE (P.), Kann sich die abnorme Windungsrichtung bei den Gastropoden vererben ? (*Zool. Anz.*, t. XLIV).

1914. HORNELL (J.), On the occurrence of the sinistral form in shells of the Sacred Indian Chank, *Turbinella pyrum* Lin. (*C. R. IXe Congrès intern. Zool. Monaco*, 1913).

1916. DEWITZ (J.), Ueber die Erblichkeit der Inversion der Molluskenschale (*Zool. Anz.*, t. XLVIII).

1919. HARGREAVES (J. A.), Sinistral *Limnæa pereger* and its Progeny (*Journ. of Conchol.*, t. XVI).

1920-*a*. PELSENEER (P.), L'inversion chez les Mollusques au point de vue de la variation et de l'hérédité (*Bull. scient. France et Belgique*, t. XLVIII).

1920-*b*. PELSENEER (P.), Les variations et leur hérédité chez les Mollusques (*Mém. Acad. R. Belgique*, 2e série, t. V).

1921. CUÉNOT (L.), La Genèse des espèces animales, 2e édit., Paris.

1923. ADAMS (L. E.), An attempt to pair a dextral with a sinistral *Limnæa pereger* (*Journ. of Conchol.*, t. XVII).

1925. DIVER (C.), BOYCOTT (A.-E.) et GARSTANG (Miss S.), The inheritance of inverse symmetry in *Limnæa peregra* (*Journ. of Genetics*, t. XV).

1925. COCKERELL (T. D. A.), Reversed *Limnæa peregra* (*The Nautilus*, t. XXXIX).

1930. BOYCOTT (A. E.), DIVER (C.), GARSTANG (Miss S. [Mrs. A.-C. HARDY]) et TURNER (F.-M.), The inheritance of sinistrality in *Limnæa peregra* (*Philos. Transact. R. Soc. London*, série B, vol. CCXIX).

1932. CUÉNOT (L.), La genèse des espèces animales, 3e édit., Paris.

1932. PELSENEER (P.), L'hérédité progressive d'une variation individuelle (*C. R. 56e session Assoc. franç. avanc. Sciences*, Bruxelles, 1932).

Chaire de Zoologie

Entomologie

Professeur : Monsieur RENÉ JEANNEL



L'Archatlantis et le peuplement de la région méditerranéenne

Par RENÉ JEANNEL
Professeur au Muséum.

On admet généralement aujourd'hui que l'Atlantique est le plus jeune des grands océans et que des terres ont occupé son emplacement à différentes époques du Primaire, du Secondaire et même du Tertiaire.

Pendant le Primaire et le Secondaire, la partie occidentale du continent de Gondwana unissait le massif brésilien à l'Afrique, au Sud de l'équateur. Fréquemment désigné par les noms de «Sudatlantis» ou d' «Archhélénis» (IHERING), ce continent africano-brésilien s'est effondré avant la fin du Crétacé, mais de grandes îles semblent avoir persisté dans l'Atlantique austral pendant le Tertiaire, l'une d'elles englobant Sainte-Hélène.

Dans le Nord, l'Amérique a été reliée à l'Europe par un continent « nord-atlantique », comprenant le Groenland, l'Islande et les îles Britanniques. Cette « Nordatlantis » a dû s'avancer parfois assez loin vers le Sud. Son existence est certaine pendant la première moitié du Tertiaire ; la mer miocène l'a morcelée, permettant aux eaux polaires de descendre vers l'Atlantique ; mais la continuité du pont nord-atlantique s'est rétablie au Pliocène, peut-être même au Quaternaire.

Géologues et biologistes s'accordent sur l'existence de ces deux continents atlantiques, prouvée par les données stratigraphiques, ainsi que par les flores et les faunes fossiles. Il n'en est pas de même pour un troisième « pont », dont il va être question et pour lequel la géologie n'apporte guère d'arguments.

Le botaniste A. ENGLER et, d'autre part, en 1887, W. KOBELT, en ce qui concerne les Mollusques, sont les premiers à avoir remarqué les étroites affinités présentées par certaines espèces des Antilles avec d'autres habitant la région méditerranéenne. Depuis lors, nombreux sont les auteurs qui ont accumulé des faits nouveaux, impliquant qu'une communication continentale directe ait permis aux êtres vivants de se disperser librement de l'Amérique centrale vers la région méditerranéenne et *vice-versa*. La plupart des observations concordent pour établir que ce pont transatlantique, bien distinct de l'Archhélénis et de la Nordatlantis, aurait été brisé dès l'Oligocène. Il n'y a pas lieu de rappeler ici les controverses

à propos d'une Atlantide néogène ou même persistant jusqu'aux temps historiques. Ce qu'on peut affirmer, c'est que les îles Canaries, Madère et du Cap-Vert sont des îles continentales dont l'isolement date du Miocène. Sont-elles les restes d'une grande terre ayant occupé le centre de l'océan Atlantique ? On peut le croire. Mais, pour marquer une distinction entre cette Atlantide hypothétique récente et le pont continental transatlantique éocène, il convient d'adopter pour celui-ci la dénomination d' « Archatlantis », qui lui a été donnée pour la première fois par IHERING. C'est l'existence de cette Archatlantis éocène que je me propose de démontrer dans ce travail.

Il n'est pas possible d'énumérer ici tous les exemples connus de distributions geographiques explicables par l'existence d'une Archatlantis éocène. On en trouvera d'ailleurs un bon exposé dans les travaux de SCHARFF (1911) et de IHERING (1927). Je ne rappellerai ici que les principaux :

Les *Clausilia* sont des Mollusques connus à l'état fossile du Crétacé de l'Europe, d'où ils semblent originaires. Ils sont actuellement répartis dans les montagnes du Sud de l'Europe, dans les îles Canaries et, d'autre part, à Porto-Rico et dans le Nord-Ouest de l'Amérique du Sud. *Clausilia Pauli*, du Portugal, est extrêmement voisin des espèces américaines. Une autre coquille, *Rumina decollata*, caractéristique de la région méditerranéenne, où elle est d'ailleurs connue fossile de l'Oligocène, se retrouve identique à Cuba. Quoi qu'on en ait dit, il est peu probable que cette espèce ait été importée accidentellement dans les Antilles.

Les Urodèles du genre *Spelerpes* sont nombreux au Mexique ; ils sont certainement très anciens et d'origine américaine. Une seule espèce vit en Europe, *S. fuscus*, en Sardaigne et en Ligurie.

Les Siréniens du genre *Trichechus* comprennent des espèces fossiles de l'Éocène, comme *T. manatus* dans les Antilles, et deux espèces vivantes : *T. inunguis* dans les bouches de l'Amazone, *T. senegalensis* sur les côtes de l'Afrique occidentale. Le genre de vie de ces Mammifères, localisés dans les estuaires. implique qu'ils n'ont pu se disperser que le long de côtes continues. D'ailleurs, le genre *Prorastomus*, considéré comme leur ancêtre, est connu de l'Éocène de la Jamaïque et du Nord de l'Italie. Une distribution analogue est celle des Phoques du genre *Monachus*, actuellement localisés dans la mer des Antilles et, d'autre part, sur les côtes des Canaries, de Madère, du Sud du Portugal et de la Méditerranée occidentale, alors que le Nord de l'Atlantique n'est au contraire peuplé que d'espèces des genres *Halichœrus* et *Phoca*.

Les *Kœnenia* sont de très petits Arachnides de l'ordre des *Palpigradi*, tous aveugles et souterrains, répandus dans presque toutes les régions chaudes du globe. On en connaît de nombreuses espèces dans la région méditerranéenne (H. J. HANSEN) ; mais il est remarquable que le plus proche parent des *K. mirabilis* (Sud de la France et Italie) et *K. draco* (Baléares) soit le *K. Wheeleri* du Texas.

Parmi les Fourmis, W.-M. WHEELER signale que les *Myrmecocystus* (Fourmis à miel) habitent le Mexique, l'Arizona et la région méditerranéenne, les *Liometopum* la Californie, le Mexique, le Sud de l'Europe et l'Inde. On pourrait ici supposer que cette distribution soit le fait d'importations récentes sous l'influence de l'Homme; mais les *Liometopum* son-

connus à l'état fossile, du Miocène inférieur en Croatie, de l'Oligocène dans le Colorado.

Nombreux enfin sont les Coléoptères dont la distribution, de part et d'autre de l'Atlantique, ne peut pas s'expliquer par une migration le long des rivages septentrionaux. Les Lamellicornes des genres *Glaresis* et *Oniticellus* occupent la région méditerranéenne et l'Amérique centrale. Le Ténébrionide *Gnathocerus maxillosus* se trouve exclusivement dans l'Amérique centrale, dans les îles Canaries et les îles méditerranéennes ; une autre espèce de la même famille, *Sitophagus hololeptoides* dans l'Amérique centrale, les Antilles et l'île

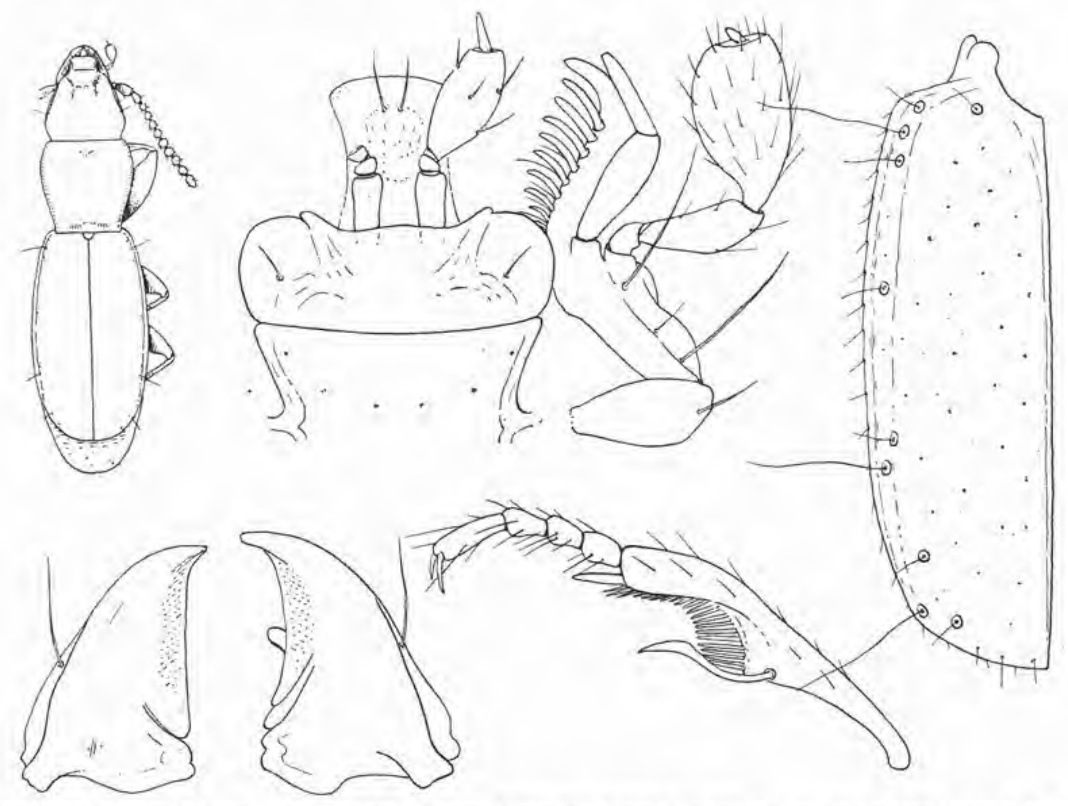


Fig. 1. — *Petrocharis Eggersi* Ehlers, de l'île Saint-Thomas (Grandes-Antilles) : femelle, × 50 ; pièces labiales et maxille gauche face ventrale ; mandibules ; tibia et tarse antérieurs droits ; élytre gauche. — Le labium sans dent médiane, sa languette carrée sans paraglosses saillants, les tibias antérieurs de quatre articles seulement et la disposition des fouets sur le bord de l'élytre, sont caractéristiques du genre *Petrocharis* et tout à fait exceptionnels dans le groupe des *Bembidiinæ*.

Madère. Ces espèces, et bien d'autres encore, jalonnent très exactement l'ancienne Archatlantis éocène.

Tous ces exemples de distribution transatlantique sont connus depuis longtemps. Mais il existe encore de nombreux naturalistes attachés au vieux dogme de Wallace, affirmant la permanence des océans ; aussi les objections ne manquent-elles pas. On a pu douter de la réalité des affinités constatées entre espèces des Antilles et méditerranéennes, ou encore de la valeur des arguments paléontologiques. On a supposé que des migrations le long des côtes du continent nord-atlantique, à la faveur de climats plus chauds, pourraient suffire à expliquer la localisation des survivants actuels dans les régions méridionales. Aussi me semble-t-il nécessaire d'apporter à mon tour des éléments nouveaux pour la solution du problème, en faisant connaître quelques cas de distribution particulièrement significatifs dans des groupes de Coléoptères que j'ai personnellement revisés.

Dans la famille des Carabiques, les petits *Bembidiinæ* aveugles et endogés forment un groupe bien homogène, très ancien, originaire du Gondwana. Ils sont connus de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande, des îles Hawaï, de l'Afrique du Sud, des Seychelles, et se sont largement distribués dans la région méditerranéenne. J'ai déjà signalé (1930) le fait que le genre *Petrocharis* Ehl., présentant des caractères très tranchés, se trouve d'une part dans le Nord de l'Afrique (*P. Magdalenæ* Ab.), d'autre part dans l'île Saint-Thomas, archipel des îles Vierges, à l'extrémité la plus orientale des Grandes Antilles (*P. Eggersi* Ehl.). Les

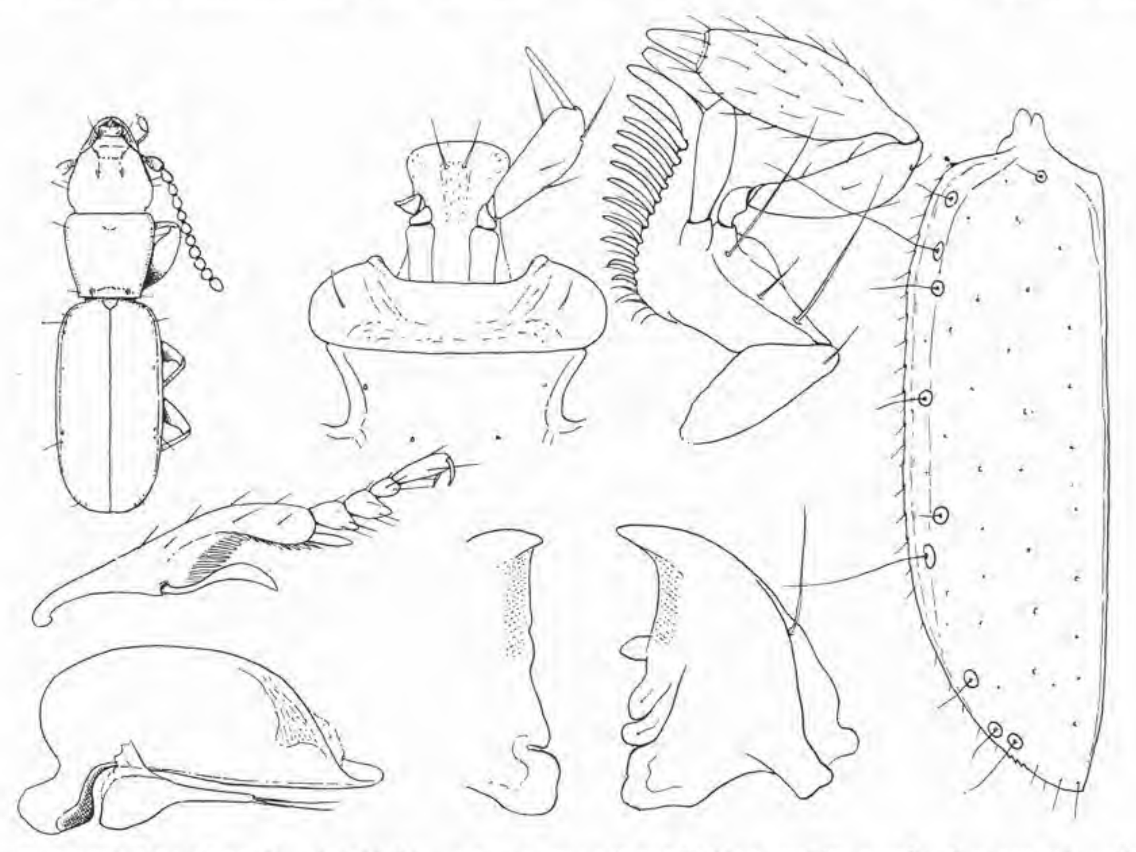


Fig. 2. — *Petrocharis Magdalenæ* Ab., de l'Algérie : mâle, × 50 ; pièces labiales et maxille gauche, face ventrale ; tibia et tarse antérieurs gauches ; organe copulateur ; mandibules ; élytre gauche. — La structure des pièces labiales et des tarses antérieurs, la chétotaxie de l'élytre prouvent que cette espèce est bien proche parente de la précédente.

caractères des pièces labiales, sans dent médiane, la forme curieuse de la languette, la chétotaxie de l'élytre, la structure très anormale des tarses qui sont tétramères, établissent sans aucun doute l'étroite parenté des deux espèces (fig. 1 et 2). D'autres genres du même groupe (*Scotodipnus*) occupent la région méditerranéenne et les îles Canaries ; un autre (*Anillus*), répandu de part et d'autre de la Méditerranée, se retrouve en Californie et dans l'Ouest de l'Amérique du Nord.

Il est exclu que ces *Bembidiinæ* souterrains aient pu se répandre dans le Nord de l'Europe ; ils y auraient survécu dans les cavernes ; ils n'ont d'autre part jamais existé sur l'Archhélénis. Originaires du Gondwana, c'est-à-dire du continent indo-africano-australien, ils ont passé dans la région méditerranéenne et de là ont atteint les Antilles par la voie de l'Archatlantis. Aucune autre explication ne peut rendre compte de leur distribution actuelle.

Dans le *Livre du Centenaire de la Société entomologique de France,* j'ai donné une revision du genre *Limnastis* Motsch., autre genre de Carabiques de la même sous-famille *Bembidiinæ*. Les *Limnastis* sont encore de petites espèces dépigmentées, qui vivent au bord des eaux douces. Ils ont une distribution gondwanienne, comprenant tout le pourtour de l'océan Indien : Afrique du Sud, Afrique orientale, Inde, Indochine, Malaisie, Australie. Ils sont représentés dans les îles Hawaï, et une espèce, *L. galilæus* La Brûl., s'est largement dispersée dans la région méditerranéenne; *L. Gaudini* Jeann., anophthalme, se trouve à Ténériffe. Aucun *Limnastis* n'était connu des Amériques, où le genre est remplacé par *Micratopus* Cas., très différent et répandu dans l'Amérique du Nord et dans le Nord de l'Amérique du Sud.

Il s'agit donc encore ici d'un groupe gondwanien, datant du Secondaire, dont l'apparition sur les massifs méditerranéens n'a pu se faire qu'à la fin du Crétacé. Une très grande quantité d'autres lignées de Coléoptères ont la même origine, et on peut même avancer que la majorité des espèces méditerranéennes dérivent de souches gondwaniennes. Mais l'intérêt particulier des *Limnastis* réside dans ce que, tout récemment, une espèce très voisine de celles d'Europe, *L. americanus*, a été découverte par M. P.-J. DARLINGTON, dans l'île de Cuba. J'en ai sous les yeux des cotypes ; il n'est pas douteux qu'il s'agit réellement d'un *Limnastis* et non d'un *Micratopus*. Impossible d'expliquer la présence de ce *L. americanus* à Cuba autrement que par une migration sur l'Archatlantis éocène.

Les recherches de M. P.-J. DARLINGTON à Cuba lui ont fait aussi découvrir deux espèces nouvelles du genre *Perileptus* Schaum, qu'il a bien voulu me communiquer ; de sorte que j'ai pu constater moi-même l'exactitude de leur détermination générique.

Les *Perileptus* sont encore des petits Carabiques vivant au bord des torrents ; ils forment une tribu, *Perileptini*, dans la famille *Trechinæ*, dont j'ai écrit une monographie (1926-1928).

Très isolés par leurs caractères archaïques, les *Perileptini* sont un groupe très homogène, dont la distribution géographique se montre particulièrement intéressante (fig. 3), d'autant plus qu'il y a bien peu de chances pour que ces ripicoles aient été disséminés par transport passif.

Comme les *Limnastis* et les *Bembidiinæ* du groupe des *Anillus*, les *Perileptini* sont d'origine gondwanienne, abondamment représentés de nos jours sur les restes de l'ancien continent indo-africano-australo-malgache. Leur ancienneté est considérable : une espèce du sous-genre *Pyrrhotachys* occupe l'Abyssinie, le cap de Bonne-Espérance et l'est de l'Australie, ce qui semble bien la dater du Trias.

De nombreuses espèces vivent dans la région orientale et l'Est de l'Afrique, où l'on peut présumer que le groupe a trouvé des conditions d'existence particulièrement favorables. D'ailleurs, les *Perileptus* recherchent les stations chaudes et ne s'élèvent jamais dans les montagnes.

Deux lignées ont émigré du Gondwana vers l'hémisphère Nord : celle du *P. japonicus* vers l'Asie centrale, celle du *P. areolatus* vers la Méditerranée et l'Europe. Le fait que la première s'arrête dans le Buchara et que la seconde atteint le Sud de l'Oural montre que leurs migrations ont été limitées pendant l'Éocène par les mers de l'Obi (cartes, fig. 3 et 6), séparant l'Angara asiatique du continent européen.

La lignée méditerranéenne du *P. areolatus* est la plus isolée par ses caractères morphologiques. Elle a atteint l'archipel des Canaries et même les îles du Cap-Vert. Mais il est remarquable qu'il existe deux espèces de *Perileptus* dans les îles du Cap-Vert : l'une, *P. Wollastoni* Jeann., de la lignée de *P. areolatus*, à San Nicolaô ; l'autre, *P. hesperidum* Jeann., directement alliée aux espèces de l'Afrique orientale, à San Iago. On distingue donc les traces de deux migrations parallèles vers l'Est : celle du *P. areolatus* sur les massifs méditerranéens, dont la date ne peut être que la limite du Crétacé et du Tertiaire, et celle

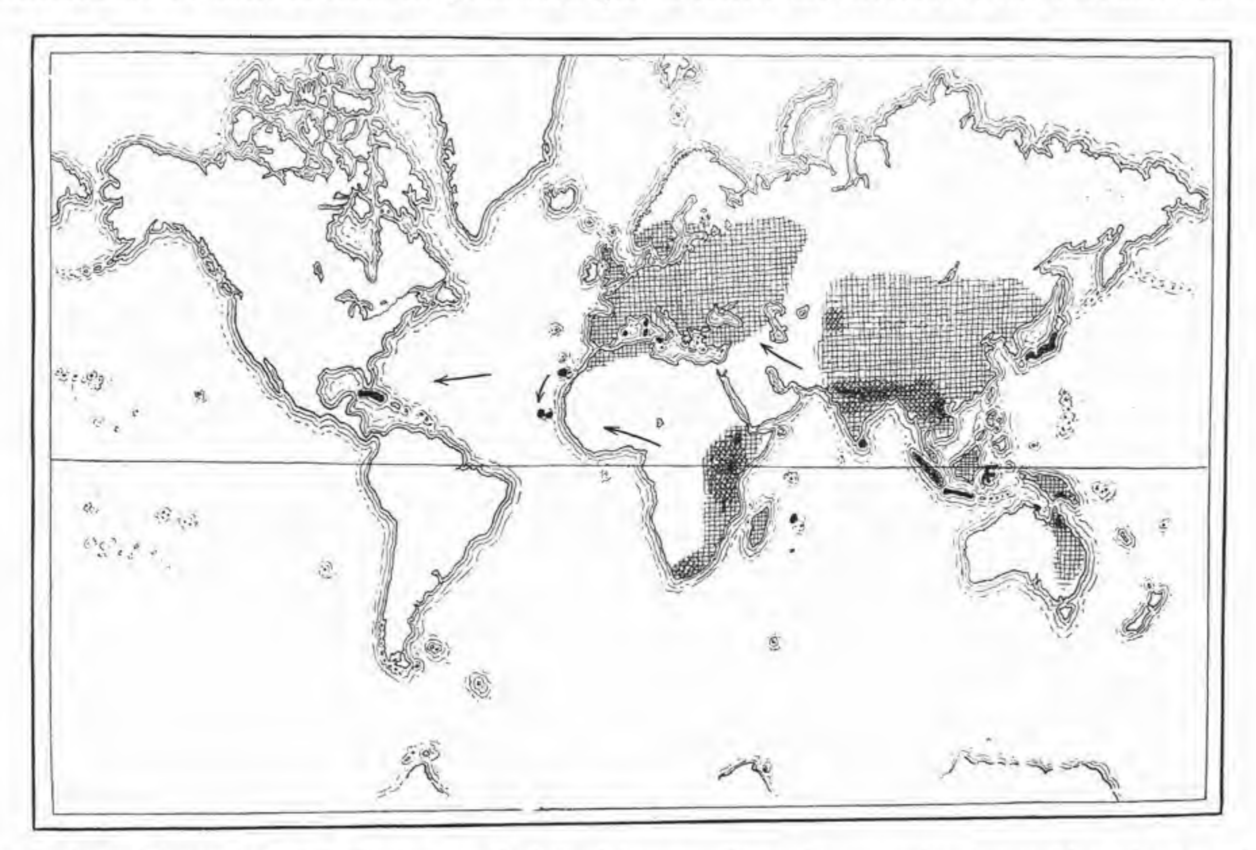


Fig. 3. — Carte de la répartition actuelle du genre *Perileptus* Schaum. — De nombreuses espèces occupent les restes du continent indo-africano-australo-malgache du Secondaire. *P. japonicus* s'est largement répandu dans l'Asie centrale depuis le Japon jusqu'au Buchara. La lignée du *P. areolatus*, venue du Gondwana, s'est dispersée dans la région méditerranéenne et l'Europe ; elle a atteint les îles Atlantides et de là les Antilles. Enfin, le *P. hesperidum*, venu directement de l'Afrique tropicale, a gagné l'archipel du Cap-Vert, sans doute au Néogène.

du *P. hesperidum* à travers l'Afrique tropicale, dont l'âge est beaucoup plus récent, sans doute néogène. Elles se sont rejointes sur l'emplacement actuel des îles Atlantides.

La découverte de M. P.-J. Darlington vient compléter cette distribution géographique déjà fort remarquable. Les deux espèces nouvelles de Cuba : *P. Jeanneli* et *P. columbus*, appartiennent sans aucun doute à la lignée de *P. areolatus*, et le premier est même plus particulièrement apparenté au *P. nigritulus* Woll., espèce de cette lignée se trouvant dans les îles Canaries. Il faut ajouter enfin qu'aucun *Perileptus* ni genre voisin n'existe dans les deux Amériques, dont la faune est suffisamment connue pour qu'on puisse l'affirmer.

On voit donc que les *Perileptus* fournissent un exemple typique de dissémination d'un groupe gondwanien. Même en l'absence de documents paléontologiques, la distribution des espèces actuelles suffit pour expliquer leur histoire. Au Secondaire, le groupe est floris-

sant sur le continent indo-australo-africano-malgache. La migration du *P. areolatus* vers les massifs méditerranéens doit se placer à la limite du Crétacé et du Tertiaire ; celle des *P. japonicus* et *P. hesperidum*, sans doute plus tard, après l'Éocène. La lignée du *P. areolatus* passe dans les Antilles, le long de l'Archatlantis éocène, et un jalon subsiste aux Canaries, témoignant de cette migration.

Les différents groupes d'Insectes, lorsqu'ils auront été sérieusement révisés, fourniront certainement bien d'autres exemples analogues. Je n'en citerai qu'un seul, celui-ci montrant un passage sur l'Archatlantis dans l'autre sens, de l'Ouest vers l'Est.

Toujours dans l'ordre des Coléoptères, la tribu des *Ptomaphagini* (*Catopidæ*) est largement répandue dans toute la région holarctique, l'Amérique du Sud et la région indo-malaise. Les *Ptomaphagini* se subdivisent eux-mêmes en deux groupes bien différents par les évolutions orthogénétiques de leurs organes copulateurs : d'une part, un groupe indo-malais, qui est resté localisé ; d'autre part, tout le reste de la tribu, dont le centre de dispersion se place dans l'Amérique du Sud.

L'Amérique du Sud et l'Amérique centrale sont peuplées par le genre *Adelopsis* Port., qui se montre le plus primitif. Le genre européen *Ptomaphagus* Ill. dérive de la même souche que les *Adelopsis*, et sa distribution actuelle prouve qu'il a pris naissance au Nummulitique sur l'ancien massif tyrrhénien et s'est secondairement dispersé dans toute l'Europe. L'idée s'impose que ces premiers *Ptomaphagus* tyrrhéniens sont venus de l'Amérique centrale par l'Archatlantis éocène. Il existe d'ailleurs encore un sous-genre *Merodiscus* Jeann., dont les trois seules espèces connues habitent l'une le Mexique, les deux autres les deux vieux massifs hercyniens du Banat et du Bihar.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Des échanges fauniques se sont faits, au début du Tertiaire, sur une longue suite de continents unissant l'Amérique centrale à la région méditerranéenne, elle-même en connexion directe avec le Gondwana.

Les péninsules et les îles de la Méditerranée actuelle sont les restes de terres plus ou moins continues qui ont occupé, pendant le Nummulitique, l'emplacement de la Méditerranée, au Sud du géosynclinal alpin (fig. 4). Ces terres comprenaient les anciens massifs hercyniens, Égéide, Banat, Tyrrhénis, Ibéro-Mauritanie, qui se sont fractionnés au cours du Néogène, par le jeu des transgressions marines sur des zones d'effondrement. L'existence de ces terres méditerranéennes est confirmée par la distribution des Cavernicoles, ainsi que par de nombreux autres arguments biogéographiques (Jeannel, 1928).

Un fait domine l'histoire de ces terres méditerranéennes : c'est l'existence, pendant tout le Nummulitique, du Sillon Transégéen, coupant en deux l'Égéide et isolant la partie méridionale de ce massif ancien. Dans ce Sillon, les dépôts marins sont en concordance depuis le Crétacé jusqu'à la fin du Tortonien, et la barrière constituée par ce bras de mer a joué un rôle capital dans la répartition des espèces cavernicoles (Jeannel, 1923, 1926, 1928,

1929). Mais, si le Sillon Transégéen a été une barrière infranchissable pour les formes aptères, son peu de largeur et peut-être même des interruptions locales ont dû laisser passer des espèces ailées, ce qui explique que beaucoup, comme les *Limnastis* ou les *Perileptus*, dont il a été question ci-dessus, ont pu le franchir.

Il semble bien, en effet, que ce soit par l'Égéide méridionale que les lignées d'origine gondwanienne ont atteint les massifs méditerranéens, au Montien et même pendant l'Éocène. Les cartes ci-jointes (fig. 4 et 5) montrent que, si le Danien-Montien se présente avec un facies marin concordant dans le Nord de l'Afrique, le Caucase et la Perse, il n'en

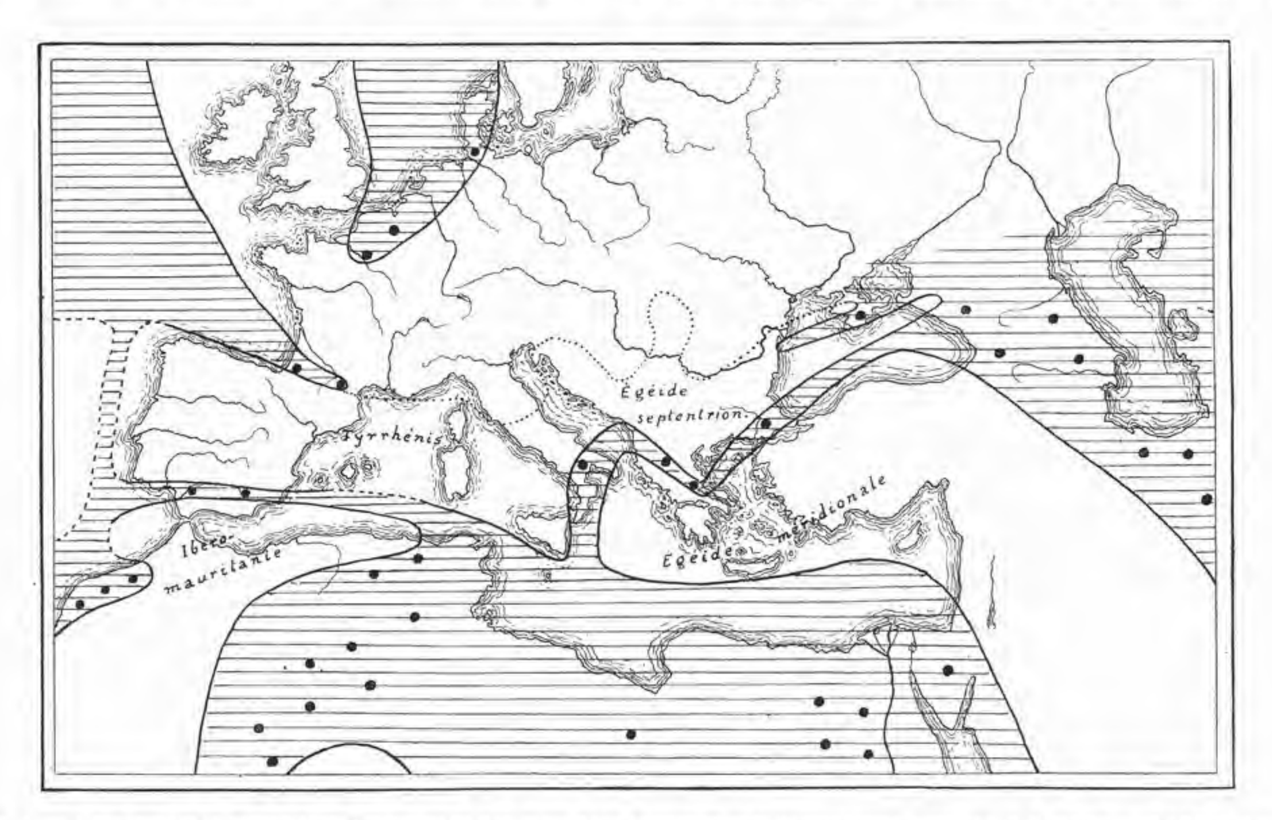


Fig. 4. — Esquisse de la répartition des terres et des mers dans la région méditerranéenne pendant le Montien. — Le Sillon transégéen (HAUG, 1911) isole l'Égéide méridionale des terres méditerranéennes continues depuis les Pyrénées jusqu'au Caucase à travers la Tyrrhénis et l'Égéide septentrionale (JEANNEL, 1928). Les points marquent les endroits où les étages Danien et Montien sont connus de' facies marin concordant avec l'Éocène (renseignements obligeamment communiqués par M. R. FURON et, en ce qui concerne le Maroc, par M. C. ARAMBOURG).

est pas de même dans l'Asie Mineure, la Syrie et la Palestine, où on trouve au contraire à cette époque des indices d'émersions locales dans une zone instable. Les données stratigraphiques s'accordent donc avec l'hypothèse d'un retrait passager de la Téthys et d'un libre passage de la faune indo-africaine vers les massifs de la Méditerranée.

C'est à ces terres méditerranéennes que s'est rattachée vers l'Ouest, à l'Éocène, l'Archatlantis, reliée d'autre part à l'Archigalénis, bordant les côtes américaines du Pacifique. L'ensemble de l'Archatlantis et des terres méditerranéennes formait alors une longue zone continentale entre la branche septentrionale de la Téthys et sa branche méridionale (fig. 6).

Le peuplement de la région méditerranéenne s'explique par ces reconstitutions paléo-

géographiques. Ayant surtout en vue les Insectes, je crois pouvoir affirmer que ce peuplement est venu de trois directions principales. On peut en effet distinguer :

1° Des lignées gondwaniennes, qui sont de beaucoup les plus nombreuses. Originaires du continent indo-africano-australo-malgache du Secondaire, ces lignées ont franchi la Téthys au Montien et se sont installées tout d'abord sur les Égéides. Le grand nombre des espèces méditerranéennes manifestement dérivées de souches gondwaniennes est tel qu'il est nécessaire d'admettre cette communication directe du Gondwana avec l'Égéide, que

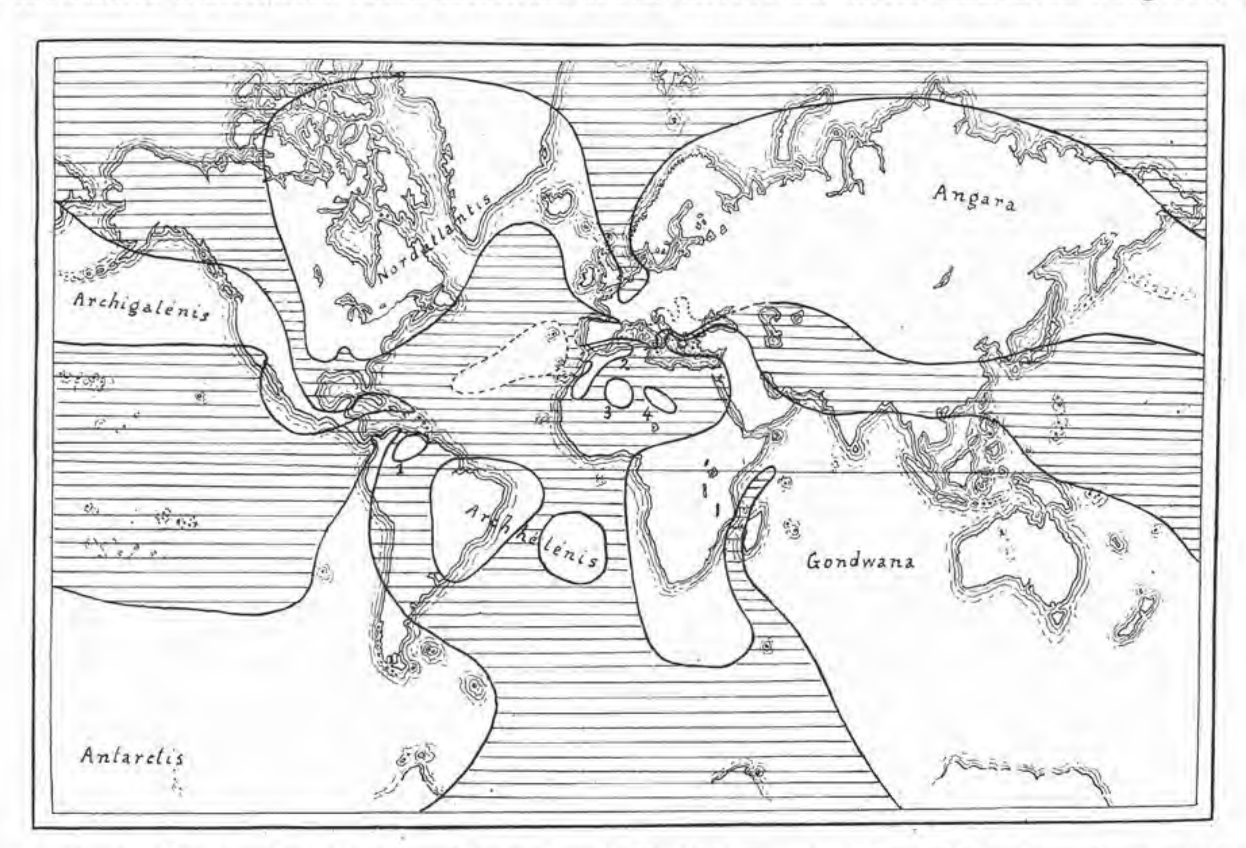


Fig. 5. — Esquisse de la répartition des terres et des mers pendant le Montien. — Amérique centrale, d'après SCHUCHERT (1929) ; le Pacifique, d'après JOLEAUD (1934) ; la région méditerranéenne, d'après les indications orales de MM. R. FURON et C. ARAMBOURG. — 1, Paria ; 2, île de l'Atlas ; 3, île du Hoggar ; 4, île du Tibesti. — Les lignées angariennes se répandent librement jusqu'à la Méditerranée ; les lignées gondwaniennes passent par l'Arabie et la Syrie dans les Égéides. L'Archatlantis n'existe pas encore.

les données stratigraphiques rendent d'ailleurs très vraisemblable. Les lignées gondwaniennes, installées au Montien sur les terres méditerranéennes, se sont propagées le long de l'Archatlantis éocène jusque dans les Antilles, l'Amérique centrale et la Californie.

2° Des lignées néotropicales. Depuis le début du Secondaire, des terres sont restées émergées en permanence dans le Nord de l'Amérique du Sud et ont constitué un massif que les géologues américains ont nommé la « Paria ». Il est probable que des échanges fauniques directs, transpacifiques, ont pu se faire entre la Paria et l'Indo-Malaisie pendant le Secondaire. Mais il est certain que cette Paria a joué le rôle d'un important asile. Des lignées originaires de cet asile ont emprunté l'Archatlantis à l'Éocène pour atteindre les massifs méditerranéens.

3° Enfin des lignées angariennes. L'Angara fut un vaste asile continental pendant tout le Secondaire et le Tertiaire. L'immense majorité des espèces holarctiques en proviennent ; les *Trechini*, les *Carabus* en sont des exemples typiques. A la fin du Crétacé, au Montien, avant la formation des mers de l'Obi (fig. 5 et 6), ces lignées angariennes ont eu le champ libre pour se répandre en Europe et dans la région méditerranéenne. Elles se sont installées d'abord sur les anciens massifs hercyniens, Bohême, Massif Central, massifs méditerranéens (JEANNEL, 1926-1928), d'où elles sont reparties au Néogène pour peupler les chaînes du

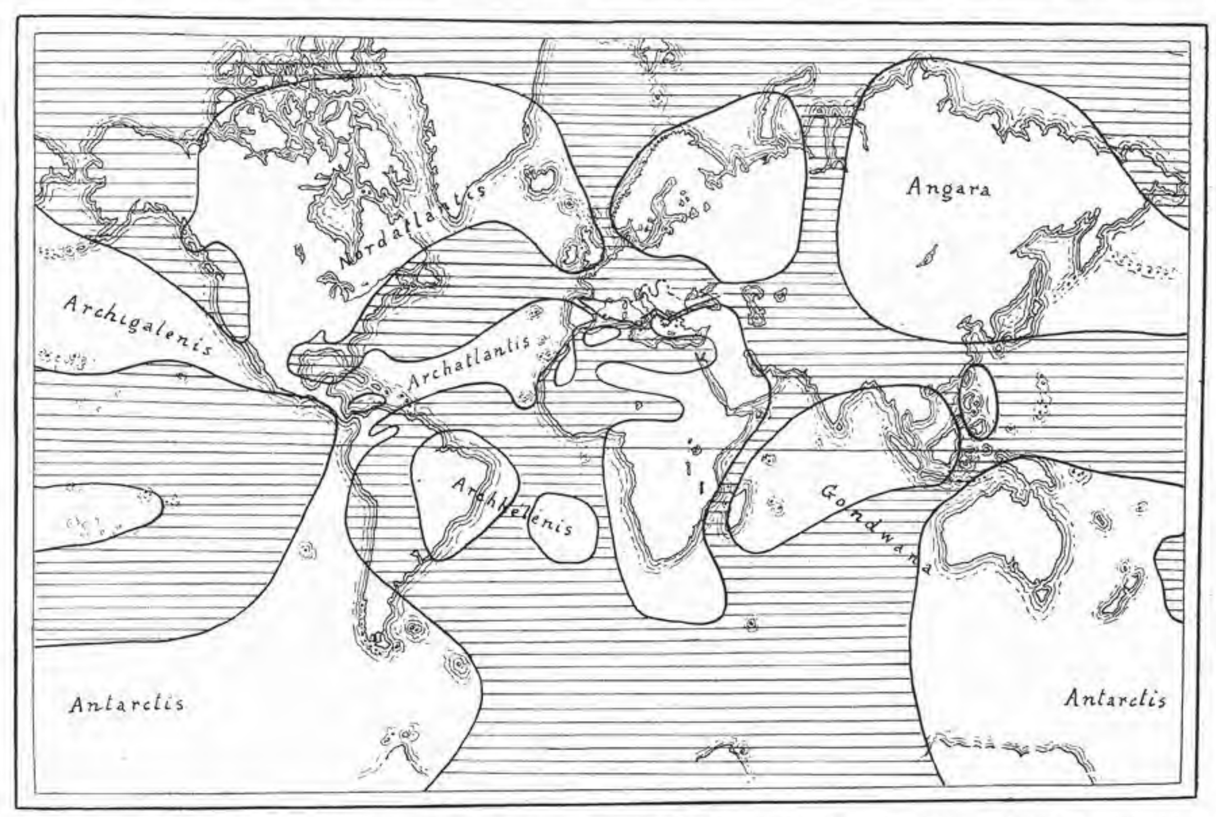


Fig. 6. — Esquisse de la répartition des terres et des mers pendant l'Éocène. — Amérique centrale, d'après SCHUCHERT (1929), et SCHARFF (1911) ; le Pacifique, d'après JOLEAUD (1934). — Les mers de l'Obi interrompent l'immigration en Europe des lignées angariennes, mais des échanges fauniques restent possibles entre l'Afrique orientale et l'Égéide. D'autre part, l'Archatlantis unit la région méditerranéenne aux Antilles, à la Paria et à la Californie.

système alpin. Plus tard, après le retrait des mers de l'Obi, une deuxième migration de lignées angariennes atteint encore l'Europe et la région méditerranéenne et se prolonge depuis le Miocène jusqu'au Quaternaire. Leur distribution se montre de plus en plus en conformité avec la géographie actuelle.

Le trop bref exposé qui précède s'appuie sur une multitude de faits biogéographiques tirés de mes recherches sur quelques familles de Coléoptères ; je puis affirmer cependant que bien d'autres groupes d'animaux donneront matière à des observations concordantes.

On trouvera sans doute que mes esquisses paléographiques avancent des hypothèses nouvelles. Mais il ne faut pas oublier que les géologues, travaillant sur des données stratigraphiques et, par conséquent, d'après des fossiles marins, établissent leurs cartes de répartition des terres et des mers surtout pour les périodes de transgression marine, et manquent

de documents en ce qui concerne les périodes de grande régression. Il est permis de croire que la dispersion des êtres terrestres a dû se faire plus librement à ces époques géocratiques au sujet desquelles le matériel stratigraphique est plus restreint. Ceci explique que le biogéographe, cherchant à expliquer la répartition actuelle des espèces vivantes, soit réduit à se contenter de savoir que ses hypothèses ne sont pas en contradiction avec les connaissances géologiques.

AUTEURS CITÉS

1934. Darlington (P. J.), New west Indian *Carabidæ*, with a list of the Cuban species (*Psyche*, XLI, p. 66-131).
1911. Haug (E.), Traité de Géologie. II. Les périodes géologiques (Paris, A. Colin).
1927. Ihering (H. von), Die Geschichte des Atlantischen Ozeans (Iéna, G. Fischer).
1923. Jeannel (R.), Revision des *Choleva* Latr. (*L'Abeille*, XXXII, p. 1-160, cartes).
1926. Jeannel (R.), Monographie des *Trechinæ* (*L'Abeille*, XXXII, p. 397-440, fig. et cartes).
1928. Jeannel (R.), Monographie des *Trechinæ* (*L'Abeille*, XXXV, p. 38-75, fig. et cartes).
1929. Jeannel (R.), Le Sillon transégéen et description de Coléoptères cavernicoles nouveaux de la Grèce (*Bull. Soc. Sc. Cluj.*, IV, p. 59-84).
1930. Jeannel (R.), Sur la répartition transatlantique d'un genre de *Bembidiinæ* endogé (*C. R. Somm. Soc. Biogéogr.*, n° 56, p. 49-52).
1932. Jeannel (R.), Revision du genre *Limnastis* Motsch. (*Soc. ent. France*, Livre du Centenaire, p. 167-187, fig. et carte).
1934. Joleaud (L.), Paléogéographie de l'océan Pacifique. Contribution à l'étude du peuplement des îles du Pacifique (*Soc. Biogéogr.*, IV, p. 9-40).
1911. Scharff (R.-F.), Distribution and origin of life in America (London, Constable and C°).
1929. Schuchert (Ch.), Geological history of the Antillean region (*Bull. Geol. Soc. America*, XL, p. 337-360, cartes).

La position systématique
des Coléoptères du genre *Hendecatomus*

Par PIERRE LESNE
Sous-Directeur de Laboratoire au Muséum.

Les *Hendecatomus* sont des Coléoptères dont les affinités ont été méconnues jusqu'en ces dernières années, bien qu'elles aient été signalées par quelques rares auteurs il y a plus d'un demi-siècle. La connaissance exacte de leur position systématique offre un certain intérêt au point de vue de la classification des Coléoptères, puisqu'elle apporte une donnée nouvelle dans la conception du groupe des *Bostrychoidea* et qu'elle permet de préciser les raisons pour lesquelles les *Ciidæ* doivent en être éloignés. Malheureusement, les larves des *Hendecatomus* restent inconnues, et il faut se contenter provisoirement des renseignements fournis par l'imago pour apprécier les rapports de parenté de ce type.

Le genre dont il est question avait été créé en 1847 par MELLIÉ pour une espèce de l'Europe centrale que HERBST avait décrite en 1793 sous le nom d'*Anobium reticulatum*. En réalité, l'insecte n'a aucune affinité avec les *Anobium* (*sensu fabriciano*), parmi lesquels le rangeaient les entomologistes de la fin du XVIII[e] siècle et du début du XIX[e], ni avec les autres Anobiides. REDTENBACHER fut, jusqu'en 1874, le dernier partisan de cette opinion.

Après DUFTSCHMID (1825) et CASTELNAU (1840), MELLIÉ avait placé les *Hendecatomus* dans la famille des Ciides, où il fut maintenu par le plus grand nombre des auteurs (LACORDAIRE, 1857 ; Edm. REITTER, 1902 ; JACOBSON, 1905, etc.). Cependant, deux entomologistes d'une grande perspicacité, John LECONTE en Amérique et Jacquelin DU VAL en France, avaient, à peu près simultanément, vers 1861, reconnu que ces Insectes s'apparentaient surtout aux Bostrychides et aux Lyctides. KIESENWETTER (1877) avait adopté leur opinion, qui, néanmoins, ne prévalut pas, sauf en Amérique. Cependant E.-A. SCHWARZ se refuse encore en 1920 à l'admettre. Il n'est donc pas inutile de revenir sur ce sujet, que nous avons déjà effleuré en 1920 dans un exposé des caractères différentiels des subdivisions principales de la famille des Bostrychides (1).

Nous passerons successivement en revue les particularités qu'offrent les aires senso-

(1) *Assoc. franç. pour l'Avanc. des sciences, Congrès de Strasbourg*, 1920, p. 287.

rielles des antennes, les pièces buccales, l'aile, les corbeilles des tibias, le tarse, les stigmates abdominaux, le 9e urite du mâle et, enfin, l'armure génitale mâle.

Aires sensorielles des antennes. — Chez les *Hendecatomus*, les aires sensorielles des antennes occupent la tranche apicale de chaque article de la massue et se présentent sous l'apparence de plaques criblées de pores circulaires très denses (fig. 1 et 2). Une disposition très semblable se retrouve chez les Lyctites, chez lesquels une surface criblée continue occupe la troncature apicale du premier article de la massue, et dont le dernier article, chez les *Lyctoderma*, offre, comme celui des *Hendecatomus*, une bande criblée coiffant la moitié apicale de sa circonférence. Sous ce rapport, il existe donc les affinités les plus étroites entre *Hendecatomus* et Lyctites.

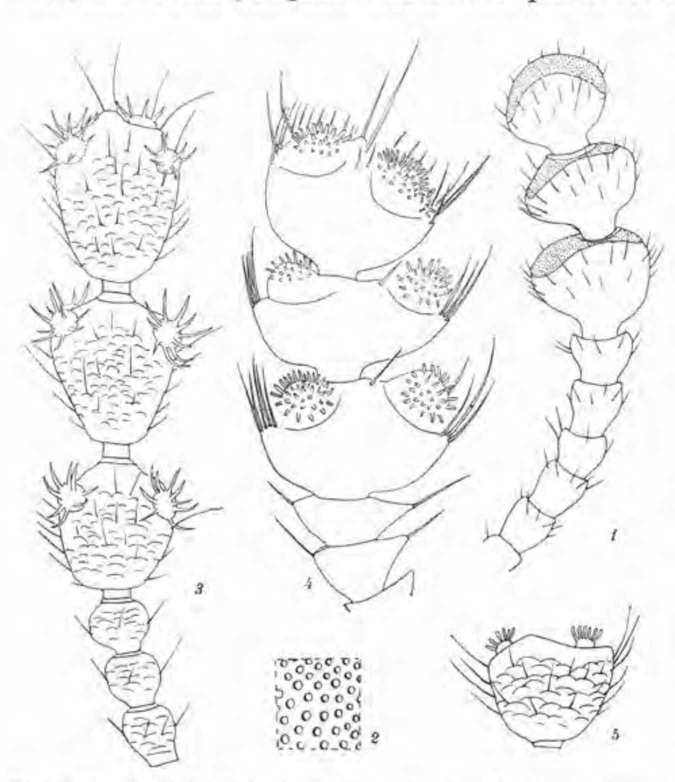


Fig. 1. Antenne de l'*Hendecatomus reticulatus* Herbst, montrant les aires sensorielles de la massue. Les trois premiers articles n'ont pas été figurés. — Fig. 2. Portion d'une plaque criblée des articles de la massue chez le même, très grossie. — Fig. 3. Massue antennaire et les trois derniers articles du funicule chez le *Cis boleti* Scop. ♀ pour montrer les ampoules à trichoïdes. Ces organes ont été rendus plus turgescents par l'action de la potasse caustique. — Fig. 4. Massue et les deux derniers articles du funicule de l'antenne chez le *Xylographus anthracinus* Mellié. Mêmes remarques que pour la figure précédente. — Fig. 5. Deuxième article de la massue chez un *Cis* sp. examiné immédiatement après la mort, dans l'alcool faible.

Les Bostrychites et autres subdivisions de la famille des Bostrychides offrent également, sur les articles de la massue, des sensilli ayant l'apparence de pores, qui sont condensés dans des dépressions tantôt vaguement (*Heterobostrychus*, etc.), tantôt très nettement délimitées et qui affectent alors la forme de cavités circulaires (*Lichenophanes*) ou de cryptes (*Tetrapriocera*, *Xyloprista*, etc.), ou encore de canalicules longitudinaux (*Schistoceros*). Chez le *Sinoxylon ceratoniæ* L. et les formes voisines, les cavités à pores sensoriels sont de longs et profonds canalicules qui siègent sur la face apicale des articles de la massue devenus fortement flabellés. Ces dispositions ne diffèrent pas essentiellement de celle présentée par les *Hendecatomus*.

Il en est tout autrement chez les Ciides, dont les articles de la massue portent des organes spéciaux que j'appellerai *ampoules à trichoïdes*, au nombre fondamental de quatre par article et qui sont constitués chacun par une sorte de papille membraneuse hyaline portant des prolongements piliformes plus ou moins radiés (fig. 3, 4, 5). La présence de ces ampoules à trichoïdes, qui paraît être constante dans l'étendue de la famille, est, à notre avis, une de ses particularités les plus caractéristiques. Il n'existe rien d'analogue chez les nombreux Bostrychides que nous avons examinés sous ce rapport. Ajoutons que les articles de la massue offrent, chez les Ciides, un réticulum épithélial très apparent, qui manque chez les *Hendecatomus* comme chez les Bostrychides, sauf parfois sur le pédoncule des articles.

Mandibule. — La mandibule fournit deux caractères importants communs aux *Hendecatomus* et aux Bostrychides et ne se retrouvant pas chez les Ciides. Sa cavité d'insertion s'étend chez les premiers jusqu'au bord interne de l'œil, et, d'autre part, sa môla est flanquée de deux lobes membraneux, l'un proximal, l'autre distal (fig. 6 et 7). Chez les Ciides, la mandibule s'insère à distance de l'œil, et le complexe des pièces buccales forme une sorte de museau étroit. De plus, il n'existe aucun lobe membraneux à la face interne de la mandibule, dont la môla est assez mal individualisée (fig. 8).

Maxille. — Elle est, chez les *Hendecatomus*, tout à fait comparable à celle des Lyctites

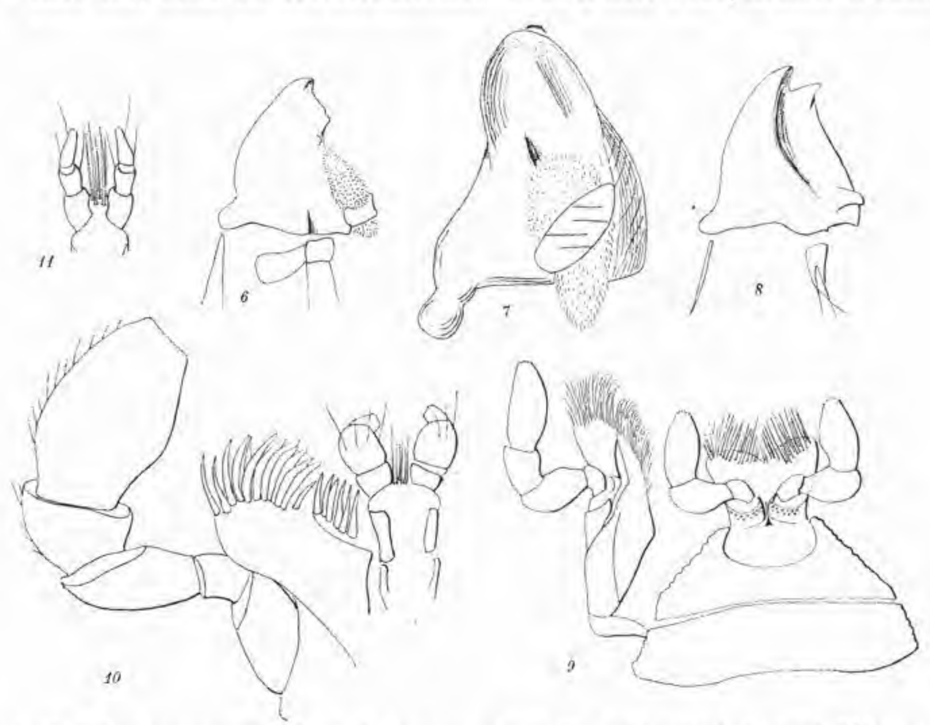


Fig. 6. Mandibule droite de l'*Hendecatomus reticulatus* ♀, face ventrale. — Fig. 7. Mandibule droite de l'*Heterarthron exesus* Lec. ♂, face interne. — Fig. 8. Mandibule droite du *Cis boleti* ♂, face ventrale. — Fig. 9. Maxille et labium de l'*Hendecatomus reticulatus*, face ventrale. — Fig. 10. Les mêmes, chez le *Cis boleti*, face dorsale. — Fig. 11. Languette et palpes labiaux chez le *Xylographus anthracinus*.

et des Dinodérites, avec ses deux lobes dont l'externe (galéa) est glabre au bord interne (fig. 9), le revêtement de ces lobes étant uniquement pileux, tandis que, chez les *Ciidæ*, les poils qui garnissent les lobes des maxilles sont élargis, ensiformes et semblables à des spinules (fig. 10). D'ailleurs, le lobe interne des Ciides est très réduit et n'apparaît souvent que comme une simple marge du sous-galéa.

Labium. — Chez les Bostrychides comme chez les *Hendecatomus* (fig. 9), le menton est large et la languette bien développée. Chez les Ciides, le menton est allongé et très étroit et la languette extrêmement réduite (fig. 10 et 11). Quant aux paraglosses, qui manquent chez les Ciides, ils font également défaut chez beaucoup de Bostrychides comme chez les *Hendecatomus*.

Aile (fig. 12, 13, A, B, C, D). — A part un caractère qui ne se retrouve pas ailleurs chez

les Bostrychides, la présence de trois rameaux cubitaux au lieu de deux ou d'un seul (1),

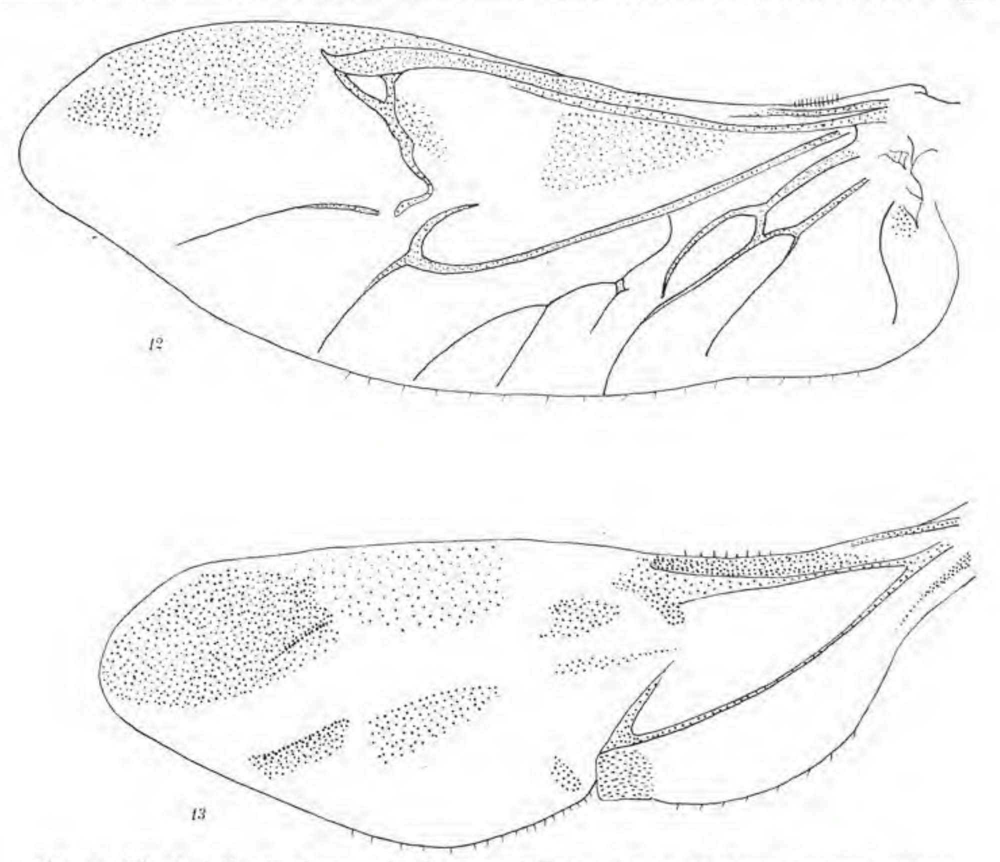


Fig. 12. Aile de l'*Hendecatomus reticulatus.* — Fig. 13. Aile du *Xylographus anthracinus.*

la nervation alaire des *Hendecatomus* est conforme à celle des Bostrychides. Chez les uns

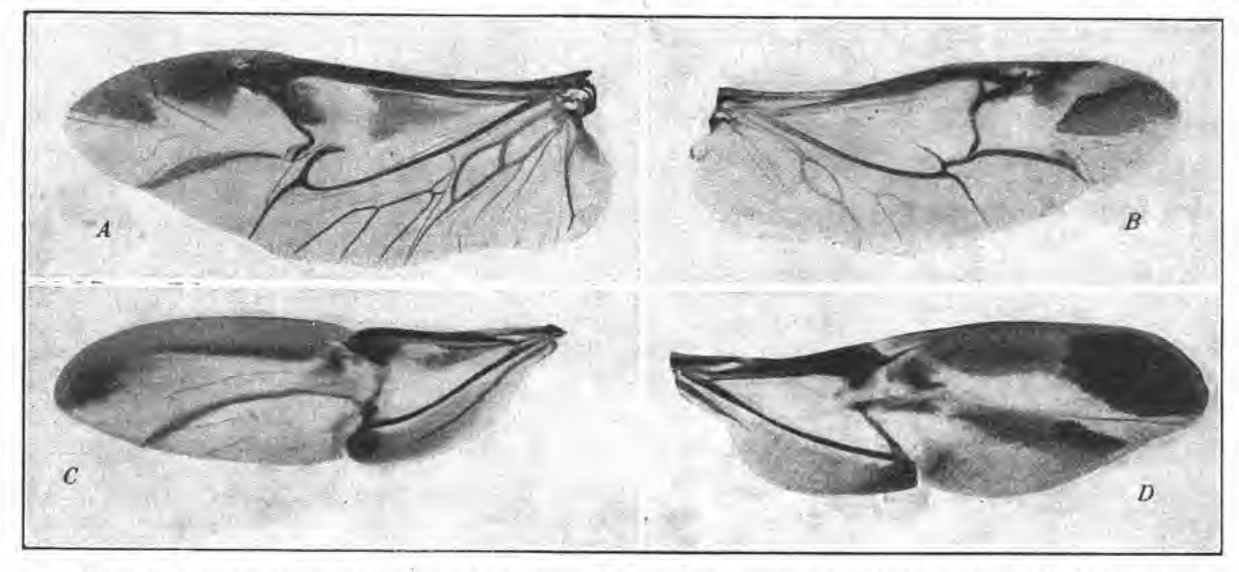


Fig. 13. — Ailes de l'*Hendecatomus reticulatus* (A), du *Sinoxylon sexdentatum* (B), du *Cis boleti* (C) et du *Xylographus anthracinus* (D).

et les autres, le groupe cubito-anal est plus ou moins développé et représenté même chez les formes de petite taille.

(1) Ce dernier pouvant disparaître chez les Bostrychides de petite taille.

Chez les Ciides, l'aile, plus étroite que chez les Bostrychides, ne possède plus de groupe cubito-anal. Celui-ci n'est représenté que par une trace de nervure pouvant être celle de l'anale. La médiane 2 aboutit en deçà du milieu de la longueur de l'aile au contact d'une plaque râpeuse assez fortement chitinisée qui précède immédiatement une incision du bord postérieur, plaque dont le rôle est peut-être de faciliter le déploiement ou le reploiement de l'aile et à laquelle on pourrait donner le nom de *plaque ciidienne*. Elle paraît exister en effet

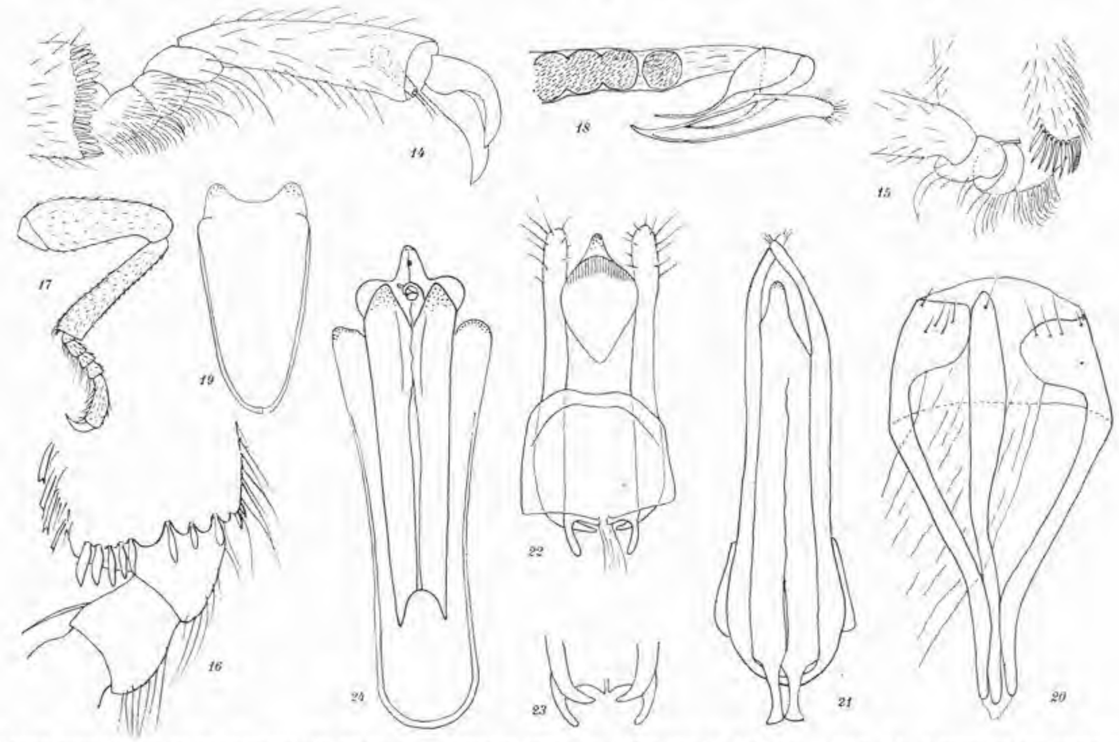


Fig. 14. Tarse postérieur et extrémité du tibia, face antéro-interne, chez le *Cis boleti*. — Fig. 15. Articulation tibio-tarsienne de la patte antérieure, face antérieure, chez le même. — Fig. 16. Articulation tibio-tarsienne chez l'*Hendecatomus reticulatus*, patte postérieure, face postérieure. — Fig. 17. Patte postérieure, face postérieure, chez le même. — Fig. 18. L'urite IX et l'intestin terminal avec boulettes de fèces chez l'*Hendecatomus reticulatus* ♂, vu de profil, un peu ventralement. — Fig. 19. Urite IX du *Cis boleti* ♂. — Fig. 20. Le même, chez le *Rhizopertha dominica* F. ♂, face ventrale. — Fig. 21. Ædeagus du *Rhizopertha dominica*, face dorsale. — Fig. 22. Ædeagus de l'*Hendecatomus reticulatus*, face ventrale. — Fig. 23. La base du même, face dorsale. — Fig. 24. Ædeagus du *Cis boleti*, face ventrale. La plaque basale n'est pas figurée.

chez tous les Ciides. Elle fait toujours défaut chez les Bostrychides, ainsi que l'échancrure adjacente.

Corbeille des tibias. — Dans la famille des Bostrychides, l'extrémité apicale des tibias porte, au côté interne, tantôt deux calcars, tantôt un seul, et toutes les autres saillies pouvant border la corbeille sont de simples éminences du tégument.

Chez les Ciides (*Cis*, *Ennearthron*), il n'existe pas de calcars proprement dits, mais la corbeille de leurs tibias est entourée par une rangée de *microcalcars* disposés en palissade, rangée qui est interrompue au côté externe (fig. 14 et 15).

Les *Hendecatomus* offrent une sorte de terme de transition entre les deux types précédents. Si leur tibia antérieur ne porte, à son extrémité, qu'un fort calcar recourbé à l'exclusion de tout autre phanère, ses tibias intermédiaires et postérieurs montrent, outre deux calcars terminaux internes très courts et droits, un nombre restreint de microcalcars

(fig. 16). Ce serait là l'un des rares indices d'une parenté lointaine des *Hendecatomus* avec les Ciides.

Tarse. — A part le cas exceptionnel de fusion des deux premiers articles en un seul, réalisé chez certaines *Psoini*, le tarse des Bostrychides est pentamère, le premier article étant généralement très petit. Il en est ainsi chez les *Hendecatomus* (fig. 17) dont la formule tarsale pour la patte intermédiaire est 1/2-1-1-1-4, formule très voisine de celle des Lyctites et de la plupart des Dinodérites, mais non de celle des Bostrychides typiques.

Chez les Ciides, on ne distingue que quatre articles tarsaux. Les deux premiers sont étroitement accolés en synarthrose et presque soudés, le troisième petit, normalement articulé sur le deuxième, le quatrième très grand (fig. 14 et 15). Formule tarsale : 2-1-1-8.

Stigmates abdominaux. — Les Bostrychides possèdent huit paires de stigmates abdominaux (1) s'ouvrant sur les segments 1 à 8, et ceux de la 8e paire ne diffèrent pas sensiblement de ceux qui précèdent. Il en est exactement de même chez les *Hendecatomus*. Au contraire, les Ciides n'ont jamais que sept paires d'urostigmates, placés au côté des tergites 1 à 7, ceux de la septième paire étant plus ou moins modifiés et différents des précédents.

Urite 9 du mâle. — D'une façon générale, l'urite 9 du mâle offre une conformation normale chez les Bostrychides, où il présente un tergite et un sternite sétigères avec apodèmes à leurs angles antérieurs, ce qui a lieu aussi chez les *Hendecatomus* (fig. 18).

Chez les Ciides, l'urite 9 existe chez le mâle, mais il ne possède pas de sclérite ni d'apodèmes sternaux. Son tergite, à peine chitinisé, est surtout représenté par de longs apodèmes qui se soudent l'un à l'autre en avant au-dessous de l'intestin (fig. 19). Ajoutons ici que, lorsque l'urite 9 est en régression chez le mâle des Bostrychides et que ses apodèmes se rapprochent l'un de l'autre au-dessous de l'intestin, il n'y a jamais soudure entre eux (exemple, *Rhizopertha dominica* F., fig. 20).

Armure génitale mâle. — L'armure mâle des Bostrychides est très variée. Nous n'en donnerons pas ici une définition, mais nous noterons la concordance de sa conformation chez certains genres [*Rhizopertha* (fig. 21), *Dinoderus*] avec celle des *Hendecatomus* (fig. 22), laquelle ne rappelle nullement celle des *Ciidæ* (fig. 24).

CONCLUSIONS

Il résulte de ce qui précède que, par la totalité des caractères envisagés et surtout par ceux des aires sensorielles des antennes, des pièces buccales, de l'aile, du tarse, des stigmates abdominaux et de l'armure génitale mâle, les *Hendecatomus* se rattachent très nettement aux Bostrychides. Comme nous l'avons déjà proposé (1920), ils doivent en constituer une

(1) Par exception, le *Xylodeleis obsipa* Germ. a perdu la huitième paire de stigmates, mais les troncs trachéens qui y aboutissaient subsistent.

sous-famille particulière caractérisée d'une façon absolue par la présence de microcalcars aux corbeilles des tibias intermédiaires et postérieurs et par celle d'un troisième rameau cubital aux ailes. Et, à ces deux caractères, il faut en joindre un troisième de nature écologique. On sait que les *Hendecatomus* recherchent le bois mort envahi par certains Champignons et notamment le Bouleau et le Hêtre, et qu'ils ont été signalés aussi comme vivant dans divers Polypores. Or, il est certain qu'ils font leur nourriture de Champignons, puisque, lorsqu'on examine leur intestin, on le trouve bourré de débris de ces végétaux. M. Roger HEIM, à qui j'ai soumis ces débris, a constaté qu'il s'agissait d'hyphes semblables à ceux des Polypores. A l'encontre de tous les autres Bostrychides, les *Hendecatomus* seraient donc mycophages.

Quant à leur place à l'intérieur de la famille, elle se situe au voisinage des Dinodérites et des Lyctites à cause de leur formule tarsale commune et de leur galéa glabre au côté interne. D'ailleurs, par leur armure génitale, ils ont des affinités particulières avec les premiers et, par la localisation des organites sensoriels des antennes, ils se rapprochent surtout des seconds.

Trois cas de Gynandromorphisme chez les Hyménoptères aculéates

Par R. BENOIST et L. BERLAND
Sous-Directeurs de Laboratoire au Muséum.

Nous signalons ici trois curieux gynandromorphes que nous avons eu l'occasion de remarquer dans les collections du Muséum : deux Mellifères et un Euménide.

Tous les trois sont du même type de gynandromorphisme biparti (ou latéral), mais avec des variations assez remarquables, aucun des exemplaires ne présentant un gynandromorphisme absolument complet. Par ailleurs, le gynandromorphisme se limite aux parties chitineuses, et les trois exemplaires sont en réalité des femelles plus ou moins masculinisées, chacune d'entre elles fonctionnant probablement comme une femelle.

Les cas de gynandromorphisme chez les Hyménoptères sont déjà assez nombreux. DALLA TORRE et FRIESE en ont fait le relevé en 1899, et depuis on en signale de temps à autre ; ce phénomène semble se rencontrer principalement chez les porte-aiguillons, et parmi ceux-ci il semble que les Fourmis d'une part, les *Apidæ* d'autre part, en présentent le plus grand nombre de cas.

Xylocopa brasilianorum L.

E.-R. WAGNER a capturé en 1909, en République Argentine, province de Santiago del Estero, Barrancas, 50 kilomètres Ouest d'Icaño, un remarquable exemplaire de *Xylocopa brasilianorum*, qui offre un gynandromorphisme d'autant plus frappant, comme le montre la figure 1, due au talent de Mlle BOCA, que dans cette espèce il y a une différence très marquée entre les deux sexes, le mâle étant entièrement jaune, la femelle entièrement noire.

L'exemplaire en question présente les caractères suivants :

La tête, vue de face, est dissymétrique, le côté gauche du vertex (♂) étant abaissé par rapport au côté droit (♀) ; l'œil gauche est moins long mais plus large que le droit ; par contre, le clypéus reste entièrement femelle, et en effet on voit, par la couleur jaune de la face qui va en ligne oblique de l'ocelle antérieur à l'angle de la mandibule gauche, que la partie femelle (droite) occupe plus de surface que la partie mâle. L'antenne droite est

femelle : 12 articles, et entièrement noire ; l'antenne gauche est mâle : 13 articles, le scape plus court que celui de l'antenne droite et taché d'une bande jaune sur sa face antérieure.

Sur le thorax, la ligne de séparation des deux zones est médiane ; la moitié gauche est mâle, mais en laissant une étroite bande femelle (poils noirs) autour de la tégula gauche. La partie gauche du thorax est limitée au dos et n'atteint pas les côtés ni la face ventrale, qui sont entièrement femelles ; les ailes et les pattes sont femelles en totalité.

L'abdomen est divisé en deux parties. Toutefois, il y a une très légère interpénétration des caractères mâles et femelles, en ce sens qu'une petite tache jaune (♂) empiète sur la portion droite des 3e, 4e, 5e, 6e tergites ; inversement, le 4e demi-tergite gauche contient une parcelle de noir ; à la face ventrale, il y a une curieuse interversion des caractères pour le 5e tergite, dont la moitié gauche est noire et la moitié droite jaune, alors que c'est le

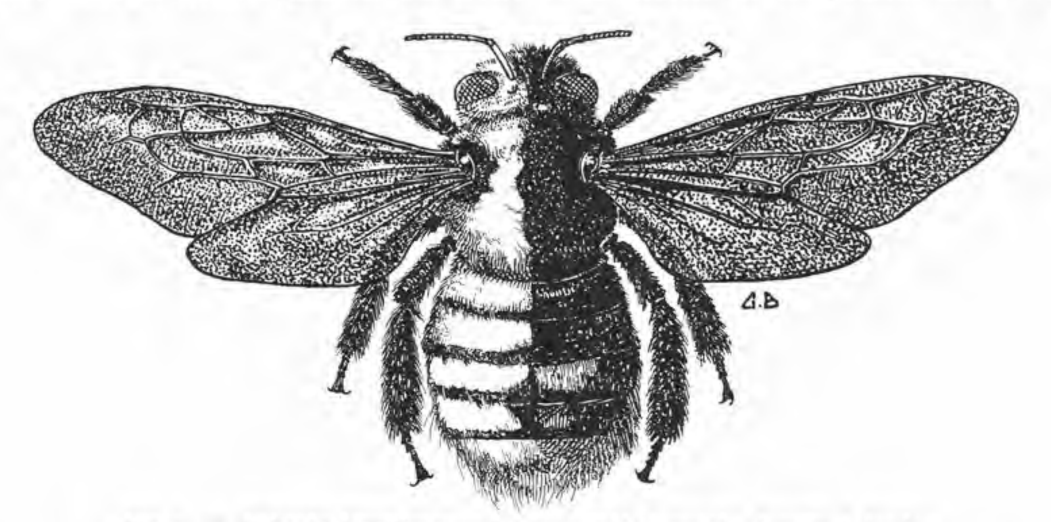


Fig. 1. — *Xylocopa brasilianorum* L., × 4, mâle à gauche, femelle à droite.

contraire qui devrait se produire, et qui se produit en réalité pour les autres sternites. Le 6e tergite est entièrement mâle en ce qui concerne la forme, la couleur et la pilosité ; par contre, le 6e sternite est entièrement femelle, de sorte qu'il y a pour le 6e segment un gynandromorphisme « dorso-ventral ».

Mais on distingue un aiguillon, et l'abdomen n'a que six segments (caractère femelle), de sorte qu'on peut présumer que l'exemplaire était fonctionnellement femelle.

Nous trouvons là un cas de gynandromorphisme biparti, intéressant la tête, le dos du thorax, l'abdomen, avec un certain degré de mosaïque, c'est-à-dire d'interpénétration des caractères, et complété par la dorso-ventralité du 6e segment abdominal.

Pterochilus chevrieranus Saussure.

Un exemplaire gynandromorphe a été recueilli par Sichel, le 20 août 9 (1859 ?), au Vésinet (Seine-et-Oise), en même temps qu'un lot important d'autres exemplaires normaux de cette espèce. Le Dr Sichel s'était aperçu du caractère particulier de cet exemplaire qu'il avait pourvu d'une étiquette portant la mention « Hermaphrodite ».

Le gynandromorphisme est biparti : mâle à gauche, femelle à droite, mais incomplet,

ne se manifestant que sur la tête et sur les sternites abdominaux. Nous en donnons ici la description :

Tête (fig. 2), le caractère le plus frappant est fourni par le clypéus, qui est mi-jaune (♂), mi-noir (♀), le jaune débordant un peu sur la ligne médiane et ayant une petite enclave dans le noir. De plus, la partie mâle du clypéus est lisse et couverte de longs poils couchés, soyeux, légèrement jaunes ; par contre, la partie femelle est presque glabre, avec seulement quelques poils très courts sur les bords, et de plus creusée de gros points peu serrés ; ce clypéus est dissymétrique, chacune des moitiés participant à sa constitution normale : la partie mâle est plus large que l'autre, son contour répondant à la forme pentagonale du clypéus mâle, tandis que, chez la femelle, il est plus arrondi sur les côtés. L'ocelle antérieur n'est pas placé au milieu, mais un peu de côté ; l'ocelle postérieur gauche est plus rapproché du bord de l'œil correspondant que son symétrique ; le vertex est d'ailleurs plus déprimé

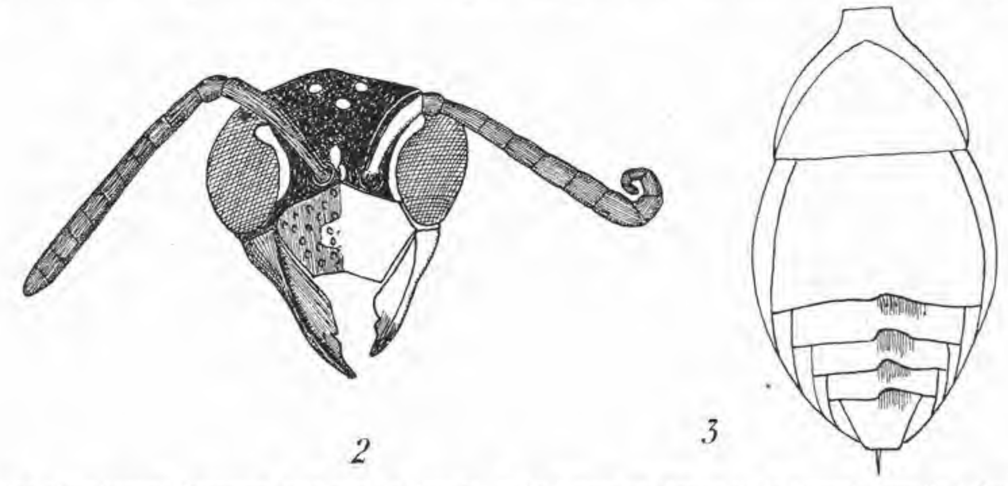


Fig. 2. *Pterochilus chevrieranus* Saussure, tête vue de l'avant, mâle à gauche (droite de la figure), femelle à droite (gauche de la figure). — Fig. 3. *Id.*, face ventrale de l'abdomen, le côté gauche de quatre des sternites est mâle (droite de la figure).

à gauche qu'à droite. Les antennes sont l'une mâle, l'autre femelle ; le scape mâle est plus court que le femelle, et il porte une bande jaune à la face antérieure ; son extrémité est enroulée en crosse (caractère mâle). La bande jaune de l'orbite mâle est plus large et plus longue que celle de l'orbite femelle. Vue de dessus, la tête est plus forte à droite, dans sa partie post-oculaire (♀), et la tache jaune de cette région est plus forte que celle de gauche. La mandibule droite (♀) est plus longue que la gauche, elle est noire avec l'apex rougeâtre ; la gauche (♂) est jaune, l'apex rougeâtre. Les articles du palpe maxillaire gauche (♂), si caractéristiques dans ce genre, sont plus courts que ceux de droite.

L'abdomen n'a que six segments (caractère ♀), et il est terminé par un aiguillon (♀). Mais, si on regarde la face ventrale, on voit que les sternites II, III, IV, V sont mâle à gauche et femelle à droite (fig. 3), la moitié gauche de chacun de ces sternites étant encochée à partir de la ligne médiane, et cette partie garnie de poils couchés, ce qui est le caractère mâle des *Pterochilus*.

On se trouve donc en présence d'un exemplaire femelle, partiellement masculinisé, c'est-à-dire présentant un gynandromorphisme biparti et partiel, indiqué surtout par la tête, mais aussi par une portion de l'abdomen. La présence d'un aiguillon semble indiquer

que le gynandromorphisme n'est que somatique, et que l'exemplaire pouvait être fonctionnellement femelle.

Anthophora retusa var. **meridionalis** Pérez.

L'Abeille dont il est question ici a été prise par un de nos correspondants, M. Pigeot, à Saintes, en avril 1920.

C'est un exemplaire d'*Anthophora retusa* L. var. *meridionalis* J. Pérez, dont la coloration est un peu plus sombre que d'ordinaire ; il fait donc transition vers le type.

Cet insecte possède les caractères de la femelle, sauf sur les points qui vont être notés.

Le labre est identique à celui du mâle, jaune avec les deux taches habituelles ovales brun noirâtre situées aux angles basilaires de cet organe.

Le clypéus est également parfaitement semblable à celui du mâle, jaune avec deux grandes taches noires à la base.

Les joues sont dissemblables ; celle du côté droit de l'insecte est noire en entier ; (♀) l'autre est bordée le long de sa suture avec le clypéus d'une étroite bande jaune.

Les antennes présentent également des différences ; celle de droite est identique à celle de la femelle et entièrement noire ; quant à celle de gauche, elle a la partie antérieure du scape ornée d'une large bande jaune comme chez le mâle, mais elle ne compte que douze articles (♀) ; d'autre part, ses 4e, 5e, 6e et 7e articles sont plus allongés que chez la femelle, mais plus courts que chez le mâle.

La pilosité de la face est d'un jaune roussâtre, semblable à celle du mâle.

Le thorax et l'abdomen sont ceux d'une femelle d'*Anthophora retusa* L. var. *meridionalis* J. P. un peu sombre ; l'aire pygidiale est normalement développée ; la pilosité et sa coloration n'ont rien de particulier.

Les deux premières paires de pattes et la patte postérieure droite sont celles d'une femelle normale ; la patte postérieure gauche est constituée différemment ; la pilosité de son fémur est un peu plus longue que chez la femelle ; le tibia est plus étroit que celui de la femelle et plus large que celui du mâle, il est pourvu sur sa face externe d'une brosse rousse, mais les poils qui la constituent sont plus courts et un peu plus clairsemés que chez les femelles normales ; les tarses sont conformés exactement comme chez le mâle, en particulier le métatarse porte les mêmes poils noirs saillants du côté postérieur et la même touffe apicale de poils roussâtres ; les ongles des tarses sont bifides.

Dans ce troisième cas, le gynandromorphisme est donc notablement moins accentué que chez les deux précédents; l'animal est presque entièrement femelle, et les caractères spéciaux au mâle apparaissent seulement sur la moitié gauche de la tête et à la troisième patte gauche.

Les *Hemimerus* des collections du Muséum

(Ins. Dermaptères)

Par L. CHOPARD
Assistant au Muséum.

Le genre *Hemimerus* a été décrit par F. WALKER en 1871 ; la description en est brève comme, en général, toutes celles de l'auteur du *Catalogue of Dermaptera Saltatoria,* et n'insiste en aucune façon sur les caractères si exceptionnels présentés par ce remarquable Orthoptère. WALKER n'a même pas eu la moindre idée des affinités réelles de l'insecte qu'il avait la bonne fortune de voir pour la première fois, et il le plaça parmi les Gryllides, au voisinage des *Gryllotalpa*. Comme pour se venger de ce dédain initial, l'*Hemimerus* a, depuis, fait couler beaucoup d'encre, et il a amené un excellent entomologiste de la fin du siècle dernier à une de ces erreurs sensationnelles dont aucun naturaliste, aussi consciencieux soit-il, ne peut se vanter d'être à l'abri.

Les faits méritent d'être rappelés. Henri DE SAUSSURE, travaillant sur un mauvais individu à sec, c'est son excuse, donna en 1879 une description très complète de l'*Hemimerus*. Il explique lui-même, une vingtaine d'années plus tard, comment de mauvaises préparations des pièces buccales l'amenèrent à penser que le curieux insecte qu'il avait sous les yeux possédait un double labium et deux paires de palpes labiaux. Cette disposition si exceptionnelle lui fit écrire : « Le fait de l'existence d'une seconde lèvre palpigère reste absolument isolé, car jusqu'à ce jour rien de semblable n'a encore été signalé, et ce fait à lui seul constitue une exception si remarquable qu'il suffirait pour faire exclure les *Hemimerus* de tous les ordres admis, voire même de la classe des Insectes » (*loc. cit.*, p. 16) et, un peu plus loin (p. 24) : « Les *Hemimerus* envisagés à ce point de vue plus libre ne rentrent pas dans la classe des Insectes et devraient, jusqu'à plus ample informé, constituer une section isolée dans le groupe des Arthropodes. » Il se contenta toutefois de créer pour l'*Hemimerus* un ordre nouveau qu'il appela *Diploglossata*. Cependant, l'excellent auteur qu'était H. DE SAUSSURE ne paraissait pas très sûr lui-même de l'exactitude de son interprétation, et il exprimait ses doutes dans une phrase de son introduction. Il semble qu'il s'était un peu laissé influencer par l'incompréhension de WALKER et qu'il avait voulu faire

ressortir les caractères exceptionnels de l'Insecte dont ce dernier avait fait un simple genre de Gryllides.

L'*Hemimerus* n'avait cependant nul besoin d'un double labium pour attirer l'attention des entomologistes, et des études subséquentes ont montré que, tant par sa morphologie que par sa biologie, il était digne de figurer au premier rang parmi les Insectes.

Outre les deux études de SAUSSURE, la morphologie externe d'une espèce d'*Hemimerus* (*H. Hanseni* Sharp) a été l'objet d'un excellent mémoire de HANSEN (1894), auquel il y a bien peu de choses à ajouter. Quant à la biologie, plusieurs auteurs lui ont consacré des travaux d'une certaine importance, et l'un d'entre eux (VOSSELER) a eu la possibilité d'observer l'Insecte vivant en Afrique orientale. Il a pu ainsi vérifier certaines indications fournies par les recherches effectuées sur du matériel en alcool et préciser certains points de la biologie de ce curieux Insecte.

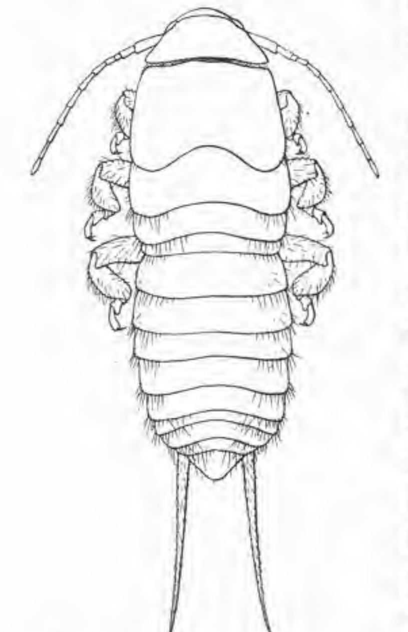


Fig. 1. — *Hemimerus Bouvieri* Chop., ♂ type.

Les *Hemimerus* sont parasites et, en cela, SAUSSURE avait été plus heureux dans ses déductions basées sur certains caractères anatomiques que dans son essai sur les affinités. De l'aspect général de l'Insecte, sa forme aplatie, l'atrophie des yeux, la brièveté des antennes, la forme des pattes, il avait conclu qu'on devait se trouver en présence d'un parasite d'un Mammifère. De fait, le parasitisme de l'*Hemimerus* a été vérifié par SJÖSTEDT en 1893, qui a constaté, en libérant un gros Rat (*Cricetomys*) pris dans un piège, « qu'une multitude de petits animaux jaunâtres s'échappaient de sa fourrure ». On a depuis fréquemment vérifié que les *Hemimerus* vivent en parasites sur les *Cricetomys*, où on les trouve souvent en très grand nombre. Ils se meuvent très rapidement dans le pelage et, d'après VOSSELER, peuvent quitter momentanément leur hôte et s'en éloigner un peu. Ils quittent également très rapidement le cadavre d'un *Cricetomys* tué ; cependant, M. le Pr JEANNEL m'a signalé avoir trouvé un *Hemimerus* sous un *Cricetomys* entièrement desséché et, par conséquent, mort depuis longtemps. Mais, plus encore que sa vie épizoïque, le mode de reproduction de l'*Hemimerus* est digne d'attirer l'attention. Comme on peut s'y attendre chez un insecte parasite, l'*Hemimerus* est vivipare, mais c'est aussi le seul Insecte dont les jeunes soient nourris dans les gaines ovariennes de la mère par l'intermédiaire d'une formation spéciale, comprenant une partie maternelle et une partie embryonnaire, qu'on peut comparer à un placenta. On doit à HEYMONS une très belle étude sur cet intéressant sujet. Aussi les jeunes *Hemimerus* viennent-ils au monde très peu différents des adultes et relativement fort gros, puisqu'ils atteignent environ le tiers de la taille des Insectes parfaits.

D'après le matériel que j'ai pu étudier, les *Hemimerus* semblent avoir cinq mues à effectuer pour arriver à cet état ; c'est surtout chez *H. Hanseni* que j'ai pu reconnaître ces cinq stades larvaires, qui paraissent d'ailleurs tout à fait comparables chez les espèces voisines. J'ai dû même, dans certains cas, faire appel aux larves d'*H. talpoides* pour compléter l'étude de certains stades.

Le développement postembryonnaire des *Hemimerus*, en particulier de *H. Hanseni*, me paraît donc pouvoir être résumé ainsi :

Stade A (4-4,5^{mm}). — A la naissance, les larves d'*Hemimerus* sont semblables dans les deux sexes ; elles présentent huit sternites abdominaux visibles (sternites 2 à 9), tous semblables, à bord postérieur légèrement concave, sauf le dernier qui est arrondi. Les antennes comptent huit articles.

Stade B (5-5,5^{mm}). — Dès ce deuxième âge, on distingue parfaitement les deux sexes par la forme des sternites abdominaux. Chez le mâle, ces sternites ont conservé à peu près la même forme qu'au stade précédent, mais le dernier est plus saillant au bord postérieur, presque triangulaire ; chez la femelle, l'avant-dernier sternite (8e) est fortement creusé au milieu ; le dernier a son bord postérieur convexe avec une légère incision au milieu. Les antennes présentent dix articles.

Stade C (6,5-7^{mm}). — Le mâle, à ce stade, semble à peine différent du stade précédent, la plaque sous-génitale (9e sternite) étant simplement un peu plus anguleuse ; je n'ai rencontré ce stade que chez *H. talpoides*. Chez la femelle, le 8e sternite présente un bord postérieur encore plus fortement concave, et le 9e sternite commence à se diviser ; la plaque sous-génitale commence à se former par une saillie médiane du bord postérieur du 7e sternite.

Stade D (7-8^{mm}). — Chez le mâle de cet âge, la plaque sous-génitale est très anguleuse, un peu asymétrique, mais le prolongement apical n'est pas encore marqué ; les pièces génitales sont encore complètement invisibles. Chez la femelle, la plaque sous-génitale commence à bien recouvrir le 8e sternite, et le 9e sternite est un peu plus échancré à l'apex.

Stade E (8-9^{mm}). — La plaque sous-génitale du mâle présente presque la forme définitive, avec le processus apical bien marqué ; les paramères sont visibles, mais beaucoup plus courts et moins fortement chitinisés que chez l'adulte. Chez la femelle, la plaque sous-génitale recouvre entièrement le 8e sternite ; le 9e sternite est encore visible, assez profondément échancré à l'apex. Les antennes comptent toujours dix articles à ce stade, et ce n'est qu'après la dernière mue que le chiffre définitif de onze articles sera atteint.

Outre les modifications de l'extrémité abdominale et le changement dans le nombre d'articles des antennes, on constate très peu de différences morphologiques entre les jeunes *Hemimerus* et les adultes. La croissance de l'antenne s'obtient par division du 3e article, comme chez les Dictyoptères (Blattides et Mantides), les Termites et probablement aussi les Dermaptères. On ne trouve au cours du développement postembryonnaire de la femelle aucune trace de formation d'un oviscapte qui pourrait dégénérer par la suite. Tout au plus pourrait-on interpréter dans ce sens le début de division longitudinale du 9e sternite, qui rappelle un peu ce qui se passe chez les Blattides, où ce segment, comme chez tous les Orthoptères d'ailleurs, forme les valves supérieures de l'oviscapte.

Chez les *Hemimerus* adultes, c'est la forme de l'extrémité abdominale et l'organe copulateur du mâle qui fournissent les meilleurs caractères pour la distinction des espèces.

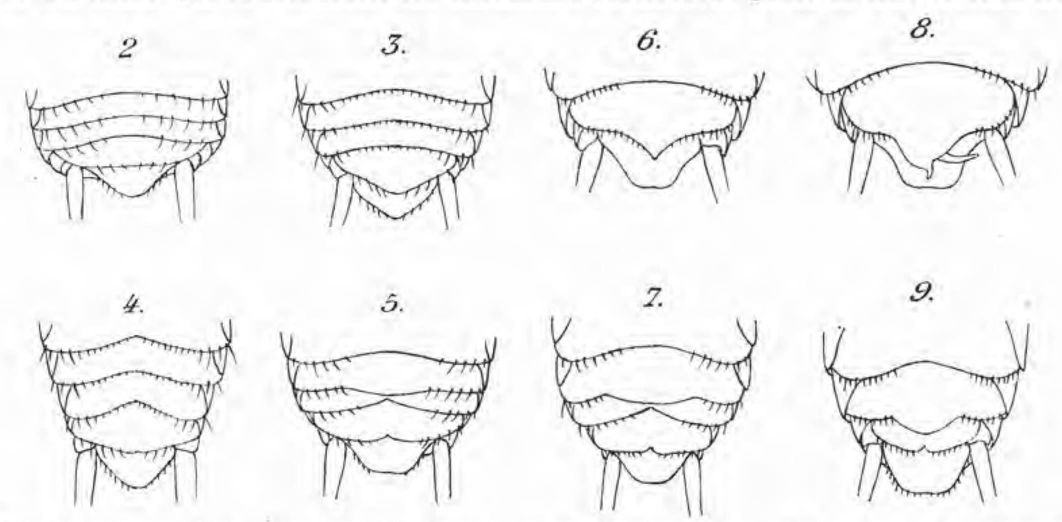


Fig. 2 à 9. — Développement post-embryonnaire d'*H. Hanseni*, extrémité abdominale, vue du dessous : 2. Stade A, probablement ♀. — 3. Stade B, ♂. — 4. Stade B, ♀. — 5. Stade C, ♀. — 6. Stade D, ♂. — 7. Stade D, ♀. — 8. Stade E, ♂. — 9. Stade E, ♀.

A la face supérieure, on trouve, dans les deux sexes, dix tergites plus un onzième, en partie fusionné avec le précédent (plaque suranale ou telson), dont la forme est souvent caractéristique ; chez la femelle, les 8e et 9e tergites ont tendance à disparaître et sont presque

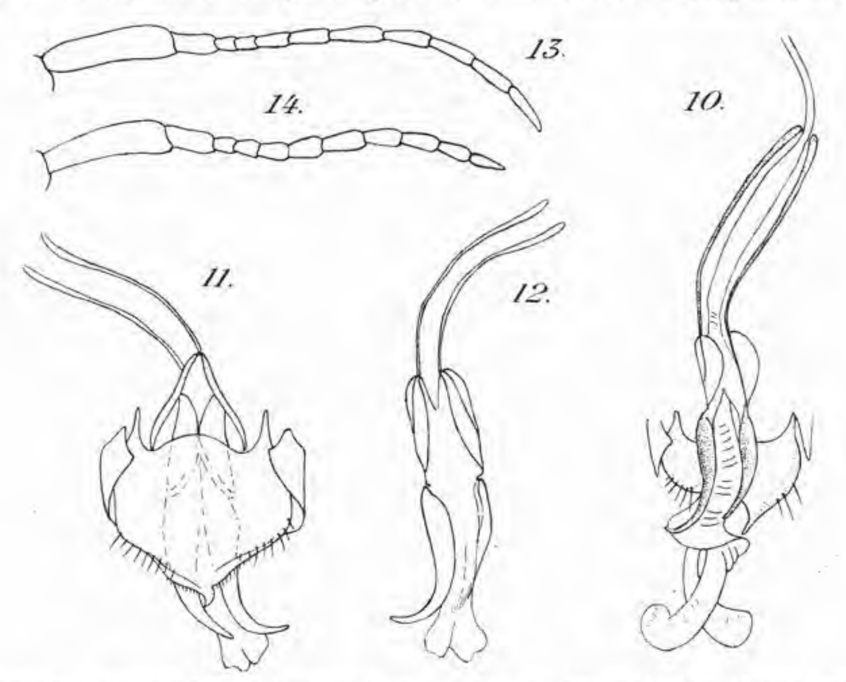


Fig. 10. Organe copulateur d'*Hemimerus talpoides*, vu du dessus. — Fig. 11. Ensemble de la plaque sous-génitale et de l'organe copulateur d'*H. Hanseni*, éclairci à la potasse. — Fig. 12. Organe copulateur du même, isolé, vu du dessous. — Fig. 13. Antenne de *H. Chevalieri* ♀. — Fig. 14. *Id.* de *H. talpoides* ♀.

complètement invaginés sous le 7e. A la face inférieure, la femelle montre six sternites visibles, le 1er étant complètement atrophié, comme chez les Orthoptères en général, et le 7e formant une grande plaque sous-génitale ; les 8e et 9e sternites, qui donnent naissance à l'oviscapte chez les Orthoptères s. str., sont presque complètement atrophiés et cachés

sous la plaque sous-génitale. Chez le mâle, il y a huit sternites visibles, soit les sternites 2 à 9, ce dernier formant une plaque sous-génitale terminée par un petit processus de forme variable. L'organe copulateur est composé d'un pénis bifide et de deux paramères en forme de crochets fortement chitinisés ; ces crochets sont variables suivant les espèces, mais montrent aussi une certaine variabilité individuelle. Dans sa partie antérieure, l'appareil copulateur est terminé par un bulbe soutenu par deux fines tigelles chitineuses, incurvées ;

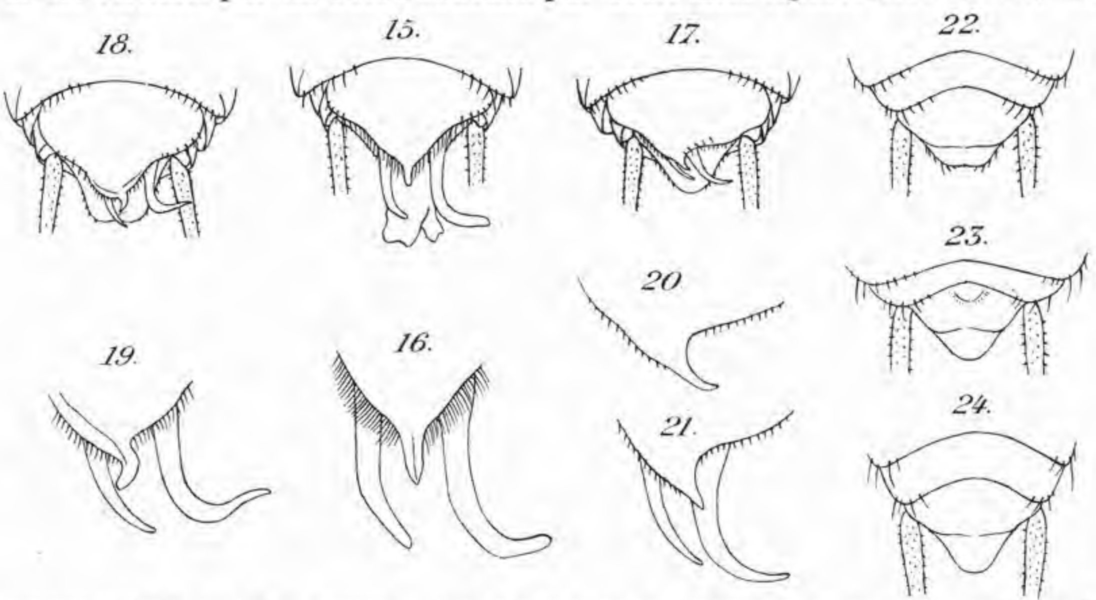


Fig. 15. Plaque sous-génitale du ♂ d'*H. Bouvieri*. — Fig. 16. Extrémité de la même avec les paramères. — Fig. 17. Plaque sous-génitale du ♂ d'*H. talpoides*. — Fig. 18. *Id.*, chez *H. Hanseni*. — Fig. 19. Extrémité de la plaque sous-génitale du même avec les paramères. — Fig. 20. Processus apical de la plaque sous-génitale du ♂ d'*H. Chevalieri*. — Fig. 21. Extrémité de la plaque sous-génitale et paramères d'*H. talpoides*. — Fig. 22. Dessus de l'extrémité abdominale d'*H. Hanseni* ♂. — Fig. 23. *Id.*, chez *H. Bouvieri*. — Fig. 24. — *Id.*, chez *H. talpoides*.

ce bulbe est ouvert par une fente longitudinale à sa face inférieure et est traversé par le canal éjaculateur.

Grâce aux caractères fournis par ces organes, les quatre espèces actuellement connues d'*Hemimerus* sont faciles à distinguer, et le tableau suivant résume leurs différences :

MALES

1. Plaque sous-génitale symétrique, à prolongement apical droit ; paramères peu aigus (fig. 15-16) ; plaque suranale triangulaire, courte (fig. 23)........ *Bouvieri*.
— Plaque sous-génitale asymétrique, à prolongement apical fortement courbé ; paramères aigus........ 2
2. Prolongement de la plaque sous-génitale courbé vers la droite (fig. 17) ; plaque suranale triangulaire (fig. 24)........ 3
— Prolongement de la plaque sous-génitale tordu et courbé vers la gauche (fig. 18) ; plaque suranale tronquée (fig. 22)........ *Hanseni*.
3. Antennes à articles 7 à 11 environ trois fois aussi longs que larges ; processus de la plaque sous-génitale plus fortement courbé (fig. 20)........ *Chevalieri*.
— Antennes à articles 7 à 11 à peine deux fois aussi longs que larges ; processus de la plaque sous-génitale moins fortement courbé (fig. 21)........ *talpoides*.

FEMELLES

1. Plaque suranale triangulaire (fig. 25-26)........ 2
— Plaque suranale arrondie (fig. 27-28)........ *Hanseni*.

2. Antennes à articles 7 à 11 trois fois aussi longs que larges (fig. 13)........................ *Chevalieri.*
— Antennes à articles 7 à 11 à peine deux fois aussi longs que larges (fig. 14)........................... 3
3. Plaque sous-génitale régulièrement arrondie au bord postérieur.............................. *talpoides.*
— Plaque sous-génitale présentant une partie basale à bords parallèles avant le bord postérieur arrondi .... *Bouvieri.*

Ces quatre espèces existent dans les collections du Muséum, et les individus représentés se répartissent de la façon suivante :

HEMIMERUS TALPOIDES Walk.

Hemimerus talpoides Walker, 1871, *Cat. Derm. Salt. Br. M.*, Suppl., p. 2. — SAUSSURE, 1879, *Mém. Soc. Genève*, XXVI, p. 414, Pl. I. — AURIVILLIUS, 1891, *Ent. Tidskr.*, XII, p. 174. — SHARP, 1892, *Ent. monthly Mag.*, XXVIII, p. 212. — COOK, 1898, *Proc. ent. Soc. Washington*, IV, p. 53. — KRAUSS, 1901, *Tierreich, Forf. et Hemim.*, p. 132. — KIRBY, 1904, *Syn. Cat. Orth.*, I, p. 58. — BOUVIER, 1905, *Bull. Soc. ent. Fr.*, p. 174. — CARPENTER, 1909, *Ent. monthly Mag.*, (2), XX, p. 254.

Guinée française : Kindia (Dr GROMIER, 1927) ; sur *Cricetomys gambianus*, 4 ♀ adultes.

Guinée portugaise : Basse-Casamance, Toumbou-Bagné, pays de Bagnounko (MACLAND, 12 janvier 1905) ; sur *Cricetomys gambianus*, 4 ♂, 5 ♀ adultes, 21 jeunes à différents âges.

Fouta-Djalon : Timbo (MACLAND, 1902) ; sur *Cricetomys gambianus*, 1 ♂, 2 ♀ adultes, 3 larves.

Le type de cette espèce a été décrit de Sierra-Leone ; elle est connue en outre du Liberia (COOK), de l'Uganda (CARPENTER), du Congo belge (Musée du Congo belge), de S. Nigeria (Deutsche Ent. Institut), du Congo (Zool. Mus. Berlin).

HEMIMERUS CHEVALIERI Chop.

Hemimerus Chevalieri Chopard, 1934, *Bull. Soc. ent. Fr.*, p. 242.

Côte d'Ivoire (A. CHEVALIER, 1910) ; 1 ♂, 7 ♀ adultes (types), 2 larves.

Cette espèce, très voisine de la précédente, sera certainement trouvée en d'autres points de l'Afrique équatoriale.

HEMIMERUS BOUVIERI Chop.

Hemimerus Bouvieri Chopard, 1934, *Bull. Soc. ent. Fr.*, p. 242. — CHOPARD, 1934, *Rev. Zool. afr.*, p. 121. — *H. talpoides* Bouvier, 1906, *Bull. Soc. ent. Fr.*, p. 170.

Mozambique : Cuengeré, vallée du Pongué (VASSE, novembre 1905), type.

Cette espèce a été retrouvée au Congo belge, sur *Cricetomys Emini* ; le Musée du Congo belge en possède une dizaine d'exemplaires de diverses localités, parmi lesquels la femelle qui n'était pas décrite. Celle-ci se rapproche beaucoup plus de *H. talpoides* que de *Hanseni*, contrairement à ce que j'avais indiqué dans la description du mâle.

HEMIMERUS HANSENI Sharp.

Hemimerus Hanseni Sharp, 1895, *Cambridge Nat. Hist., Ins.*, I, p. 218, fig. 114-116. — CHOPARD, 1924, *Rev. Zool. afr.*, p. 120.—*H. talpoides* Sharp, 1894, *Ent. monthly Mag.*, (2), V, p. 256. — HANSEN, 1894, *Ent. Tidskr.* p. 65, Pl. II-III. — SAUSSURE, 1896, *Rev. Suisse Zool.*, IV, p. 277, Pl. X. — VERHOEFF, 1902, *S. B. Ges. Naturf. Freunde Berlin*, p. 87. — KIRBY, 1904, *Syn. Cat. Orth.*, I, p. 59. — VOSSELER, 1906, *Pflanzer, Tanga*, II, p. 63. — VOSSELER, 1907, *Zool. Anz.*, XXXI, p. 436. — KRAUSS, 1901, *Tierreich, Forf. et Hemimer.*, p. 132. — CARPENTER, 1909, *Ent. monthly Mag.*, (2), XX, p. 254. — JORDAN, 1909, *Novitat. Zool.*, XVI, p. 327, 1 pl. — HEYMONS, 1909, *Verh. Deutsch. Ges. Zool.*, XIX, p. 97. — HEYMONS, 1911, *Deutsche ent. Ztschr.*, p. 163. — HEYMONS, 1912, *Zool. Jahrb.*, Suppl. 15, II, p. 141, 5 pl. — GEYDE, 1921, *Ent. monthly Mag.*, (3), VII, p. 91.

Afrique orientale : mont Elgon, altitude : 2 470 mètres (Dr R. JEANNEL, 20 décembre 1932), 7 ♂, 18 ♀ adultes, 15 larves à différents stades ; sur *Cricetomys gambianus elgonis*.

Cette espèce semble la plus répandue dans les collections, et c'est vraisemblablement aussi celle qui a la plus vaste distribution géographique, puisque, décrite du Cameroun (1), elle a été retrouvée au Congo belge; en Uganda et en Afrique orientale. Presque toutes les études d'anatomie et surtout celles de biologie qui ont été publiées sous le nom de *talpoides* ont été faites sur cette espèce.

Toutes les données précises concernant le parasitisme des *Hemimerus* sont concor-

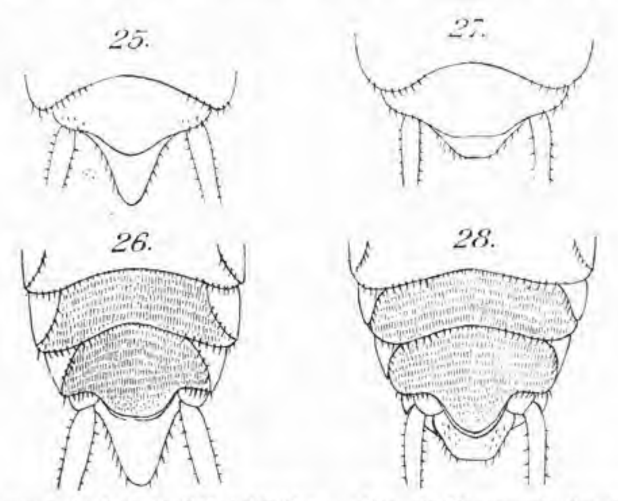


Fig. 25. Dixième tergite et plaque suranale de la ♀ d'*H. talpoides*. — Fig. 26. Dessous de l'extrémité abdominale de la même. — Fig. 27. Dixième tergite et plaque suranale de la ♀ d'*H. Hanseni*. — Fig. 28. Dessous de l'extrémité abdominale de la même.

dantes, et il est à peu près certain que ces Insectes vivent exclusivement sur les *Cricetomys* et accompagnent leur hôte dans toutes les parties de son immense habitat qui comprend toute l'Afrique tropicale, depuis la Guinée jusqu'au Mozambique. Toutefois, d'après les travaux récents, il semble que certaines races habitant l'Afrique orientale doivent être séparées du *Cricetomys gambianus* typique, et on peut se demander s'il n'existe pas une relation entre la distribution géographique de ces races et celle des espèces d'*Hemimerus*. Il semblerait, en effet, qu'on puisse séparer celles-ci en deux groupes, les unes à habitat plutôt occidental (*talpoides* et *Chevalieri*), les autres d'Afrique centrale et orientale (*Hanseni*, *Bouvieri*). La répartition de l'*Hemimerus Hanseni*, décrit du Cameroun, ne permet toutefois d'accorder qu'une valeur très relative à cette division, et il semble que la différenciation des espèces d'*Hemimerus* se soit faite d'une façon complètement indépendante de leur hôte.

(1) J'ai pu examiner moi-même, pendant l'impression de cette note, un exemplaire ♀, provenant du Cameroun (Zool. Mus. Berlin), qui ne m'a paru présenter aucune différence avec les individus d'Afrique Orientale.

Une nouvelle chenille de *Lycænidæ* myrmécophile

Par F. LE CERF

Assistant au Muséum.

Chenille limaciforme, environ quatre fois et demie plus longue que large, à côtés sub-parallèles, déprimée en dessus antérieurement et postérieurement, à dos convexe et surface ventrale plane.

Trois exemplaires ont été capturés en même temps, à Touba, Côte d'Ivoire, le 28 mars 1931, par M. C. ALLUAUD, dans une fourmilière d'*Œcophylla* sp. (probablement *O. smaragdina F.*). Deux d'entre eux sont au même stade et paraissent au terme de leur développement ; le troisième est moins développé et apparemment d'un stade antérieur. Leurs dimensions respectives sont les suivantes :

Longueur : 22^{mm},5, 20 millimètres, 12 millimètres.
Largeur : 5 millimètres, 4^{mm},5, 3 millimètres.
Épaisseur : 4^{mm},7, 4^{mm},5, 2^{mm},5.

Coloration en alcool : jaune d'os avec une bande dorsale médiane rose, continue, du bouclier prothoracique à l'extrémité du dernier segment ; plus foncée antérieurement et postérieurement, et davantage sur ses bords qu'au milieu, qui est divisé par une vasculaire blanchâtre, cette bande s'étrangle fortement au niveau de l'organe sécréteur du 10e segment. Sur les flancs, deux minces lignes de même couleur : une suprastigmatale et une infra-stigmatale, courent parallèlement, s'atténuant en avant et devenant confluentes sur le dernier segment. Articulation de tous les segments nettes. Segments thoraciques déprimés en dessus, explanés en pointe latéralement ; prothorax hexagonal, avec deux pointes antérieures, deux latérales et deux renflements intercalaires. Segments abdominaux à bourrelet latéral peu accusé, excepté sur les trois derniers, qui constituent un ensemble vaguement cordiforme et progressivement aplati ; 11e segment très étroit en dessus, soudé au 10e, auquel ses caractères sont anormalement mêlés. Tête à demi enfoncée sous le prothorax, de grosseur moyenne, globuleuse, jaunâtre pâle avec des raies longitudinales

obliques incolores, la pointe de l'angle inférieur des épicrânes, le bord du labre et des mandibules brunâtres; clypéus en triangle équilatéral, plus long que la suture épicraniale; pièces paraclypicales étroites, élargies vers le haut ; épistome étroit, à bord inférieur incurvé ; labre convexe, deux fois plus large que long, fortement excavé au milieu ; mandibules inégales, la droite un peu plus longue que large, la gauche un peu moins longue que large, chacune quadridentée et avec un petit tubercule ou épaississement sur le bord supérieur, toutes les deux cachées par le labre ; lèvre inférieure à filière très fine et assez courte ; fosse antennaire grande, en losange irrégulier ; antennes grêles, deuxième article long, cylindrique, troisième minuscule; ocelles incolores, arrondis, presque égaux, plats en dessus; cinq d'entre eux, très rapprochés, forment un arc régulier partant du niveau de la fosse

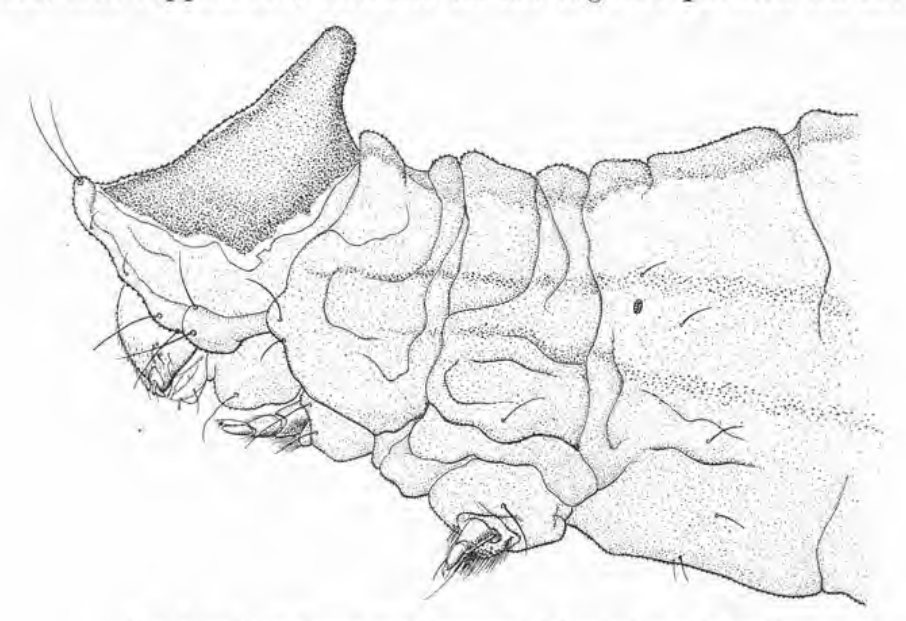


Fig. 1. — Tête, thorax et 1[er] segment abdominal, vus de profil.

antennaire; le sixième isolé, presque au centre du rayon de cet arc. Prothorax recouvert en dessus d'un vaste écusson brunâtre presque circulaire, échancré en avant, divisé par une ligne claire médiane, blanchâtre sur son pourtour, relevé dans son quart postérieur en une haute saillie conique à pointe mousse. Méso et métathorax divisés en dessus par deux plis transversaux profonds, délimitant trois bourrelets dont le médian étroit et le postérieur recourbé vers l'avant à ses extrémités ; pas de plis transversaux nets sur les segments 4 à 9 ; segment 4 plus court que les cinq suivants ; 12[e] segment terminé en pointe mousse, presque entièrement recouvert par un écusson brunâtre pâle, de contour piriforme plus large que long ; sole ventrale n'occupant qu'environ un tiers de la largeur du corps ; pattes thoraciques égales, insérées chacune sur un gros bourrelet oblique, leurs articles de longueur presque égale, à section ovalaire, et de grosseur rapidement décroissante : hanche en anneau étroit, interrompu du côté interne ; fémur moitié plus large que long, à bord distal un peu excavé ventralement ; tibia un peu tronconique ; tarse fortement tronconique, plus long que large, avec un tubercule antéterminal au bord inférieur ; ongle en faucille très peu courbée. Pattes membraneuses courtes, larges, épaisses, avec un gros coussinet médian membraneux, renflé, inscrit entre trois rangées de crochets inégaux : deux séparées par

un court espace sur le côté interne, une sur le côté externe, plus longue, et plus ou moins cachée sous le bourrelet basal ; les crochets des deux rangées internes sont, dans l'ensemble, plus grands que ceux de la rangée externe ; on en compte sur celle-ci 26 à 30, 22 à 25 sur la rangée interne antérieure, 27 à 28 sur la postérieure ; les pattes anales ont une rangée antérieure, courbée en arc, de 31-32 crochets, et une postéro-interne de 17. Les stigmates sont petits, ovalaires, avec un mince anneau périphérique jaune ; celui du prothorax, un peu plus grand, est complètement caché dans l'angle du pli articulaire et du bourrelet latéral, ceux des segments 4-9 en ligne au-dessus du bourrelet latéral ; le 10e segment en porte deux paires, les siens propres, remontés sur la face dorsale, à égale distance de la ligne médiane et du bord externe, et ceux du 11e, plus petits, tout près de la base de l'or-

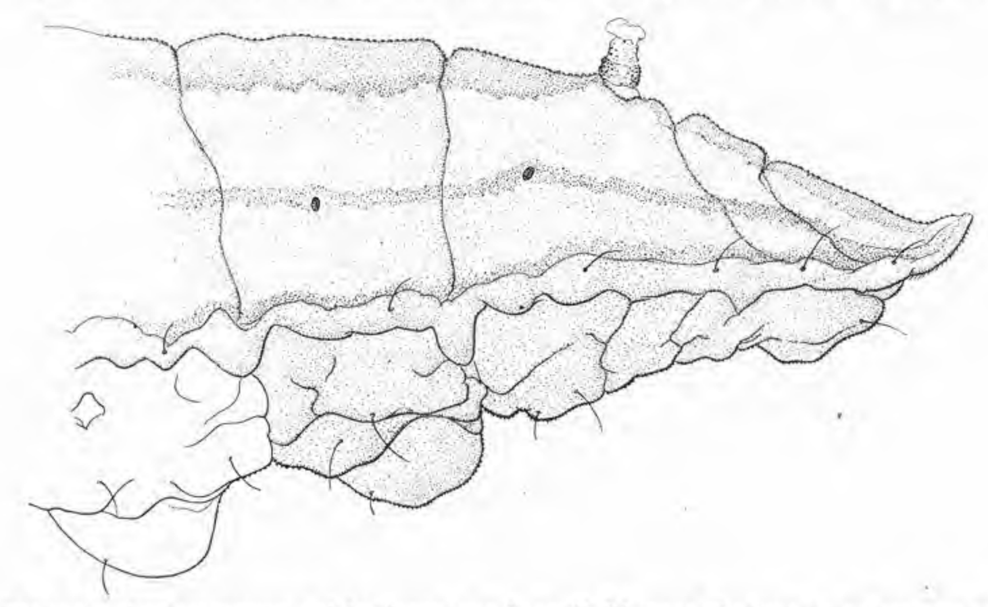


Fig. 2. — Les quatre derniers segments abdominaux, vus de profil. L'organe sécréteur du 10e segment est développé.

gane sécréteur, et par suite assez loin en avant de la suture marquant la séparation des deux segments.

Chætotaxie. — La vestiture est composée d'éléments divers : poils simples, poils laciniés, poils en massue, bases sans poils, granulations radiées. Les poils simples ont en réalité leur surface striée longitudinalement, l'extrémité des stries devenant libre de place en place et formant comme de minces épines dispersées, obliques ; ils sont de taille très inégale. Sur la tête on en trouve de courts et fins sur le clypéus et la région avoisinante des épicrânes (non recouverte par le prothorax) qui en portent latéralement deux ou trois, grands et longs, près de l'arc des ocelles et au-dessous de la fosse antennaire ; il y en a deux de chaque côté du milieu près du bord inférieur du clypéus, cinq grands et quatre ou cinq petits en ligne régulière transversale de chaque côté du milieu du labre, trois sur chaque lobe latéral de la lèvre inférieure et un au sommet des palpes de celle-ci ; sur le corps, leur répartition est la suivante : prothorax, un grand sur chacune des saillies antérieures, un plus court sur les renflements intercalaires, deux grands sur chaque saillie latérale, deux au-dessous sur la protubérance surmontant la patte ; mésothorax : deux sur la saillie latérale et deux sur la

protubérance inférieure ; métathorax : un sur la saillie latérale et deux sur la protubérance inférieure. Abdomen, 1er segment : un sur la saillie latérale, un au-dessous, deux plus courts de part et d'autre de l'axe ventral ; 2e segment : un sur la saillie latérale, deux au-dessous, trois en groupe suivis d'un quatrième plus rapproché de l'axe ; 3e segment : un sur la saillie latérale, trois en dessous ; 4e, 5e et 6e segments : un sur la saillie latérale, et en dessous respectivement : deux, trois, deux ; le 7e segment (10e du corps), tout comme pour les stigmates, porte en outre de la sienne propre, la saillie du 8e (11e du corps) en avant de la suture qui délimite ce segment; la première porte un poil long, suivi en dessous d'un autre puis d'un plus court et d'un groupe épars de cinq plus petits; la même disposition s'observe sur la seconde saillie et son dessous, mais le groupe dispersé est remplacé par un seul poil ; dernier segment avec deux grands poils latéraux, quelques-uns petits et fins terminaux. Chaque patte anale porte un long poil sur le côté externe du bourrelet basal, un groupe de tailles diverses en avant, et quelques-uns du côté interne. Des poils semblables, mais beaucoup plus petits et plus fins, se rencontrent sur la face interne du mamelon basal des pattes thoraciques, où ils forment une bande protectrice serrée, au même emplacement sur les pattes membraneuses, disposés en deux groupes symétriques, peu denses, auxquels s'en ajoute un troisième, diffus, sur la membrane même de la patte, et enfin dispersés sur la face ventrale. Des poils courts et fortement chitinisés couvrent le dessous du dernier segment, en arrière des pattes anales. Tous ces poils sont portés par une base saillante, tronconique. Nous avons détaillé leur répartition d'abord parce qu'ils sont symétriques, peu nombreux, et que leur emplacement correspond, au moins pour les plus grands, à celui des points verruqueux des chenilles normales, dont la valeur taxonomique est certaine. Les autres phanères, beaucoup plus petits et très nombreux, ne présentent nulle part de disposition régulière ou symétrique. La peau est recouverte partout de petites aspérités d'aspect étoilé plus ou moins régulier, avec un nombre variable de rayons ; elles sont plus faibles sur la face ventrale que sur le dos et manquent sur la tête, les pattes thoraciques et la membrane propre des pattes membraneuses. Vers l'extrémité du corps, elles perdent leurs rayons et prennent l'aspect de petites plaques chitineuses. Les poils laciniés sont dispersés sur tout le corps, y compris la région antérieure des épicrânes et le clypéus, mais manquent sur les pattes thoraciques et membraneuses ; ils peuvent être longs et grêles, avec le sommet divisé en deux ou trois filaments, ou bien courts, épais, à huit, dix (ou plus) divisions terminales. Entre ces extrêmes, on trouve tous les intermédiaires. Leur base d'articulation est saillante, tronconique pour les longs et minces; elle devient volumineuse et polyédrique pour les plus modifiés et présente alors quatre à six côtes saillantes, rarement plus ; la largeur de son orifice, souvent coupé obliquement, varie suivant le degré de modification des poils ; relativement étroit pour les plus grêles, dont la base pénètre peu dans cet organe, il est vaste et s'enfonce profondément chez les autres, qui se trouvent ainsi implantés au fond d'une cavité dans laquelle leur région basale se meut librement ; seuls ceux qui sont sur la tête partent directement d'orifices non saillants ouverts dans le tégument. C'est sur la face dorsale que ces poils sont les plus nombreux et les plus caractérisés, principalement sur le thorax, le bourrelet latéral, autour des stigmates, sur et au-dessous du dernier segment. Les types longs, grêles, peu ramifiés, se rencontrent surtout à la face ventrale, où ils dimi-

nuent rapidement en nombre et en dimension des bords vers le milieu. Mêlés partout aux précédents et un peu moins nombreux, sauf en quelques régions, les poils en massue représentent une modification bien plus accusée ; gros et courts, à surface confusément ridée,

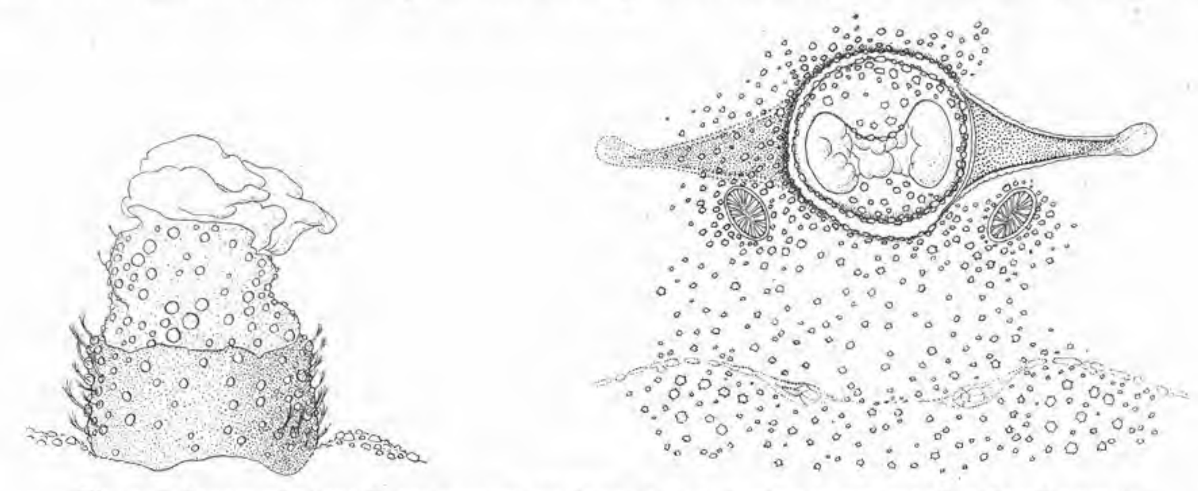


Fig. 3. — Organe sécréteur du 10e segment, vu de profil. Les phanères ne sont représentés qu'en partie.

Fig. 4. — Organe sécréteur du 10e segment, rétracté, vu dorsalement. On remarque, latéralement, les « poches » membraneuse internes (? organes érectiles du 11e segment), celle de gauche vue par transparence sous la peau, et celle de droite découverte en arrière, les stigmates du 11e segment, dont on aperçoit le pli articulaire beaucoup plus bas.

ils apparaissent comme des sortes de bâtonnets implantés dans des bases analogues à celles des poils précédents que certains d'entre eux dépassent à peine. Abondants sur le prothorax et le bourrelet latéral, ils se raréfient sur les côtés de la face ventrale, où on en trouve de plus longs, à sommet distinctement aigu, base plus étroite, non creuse et presque tronconique. Enfin, épars çà et là, parfois réunis en petits groupes, on rencontre des organes tout à fait analogues aux bases polyédriques des poils ci-dessus, mais en général un peu plus gros, ne portant pas de chète et dont l'orifice est obturé par une membrane circulaire couverte de minuscules granulations qui paraissent être des pores. Bien qu'on les retrouve jusque vers le milieu de la face ventrale, leur répartition est encore plus inégale que celle des autres phanères. C'est au-dessus et en arrière des stigmates qu'on en voit le plus, et surtout autour de l'organe sécréteur du 10e segment ; en arrière de celui-ci, juste derrière le pli indiquant le 11e segment, on en trouve deux groupes vaguement disposés en cercles, l'un de huit, l'autre de neuf éléments.

Organes spéciaux. — Ils sont de trois sortes : un externe, impair, sur le 10e segment ; un interne, pair, dans le même segment ; un externe, pair, à l'extrémité du dernier segment.

Fig. 5. — Organe pair, terminal, du 12e segment, vu de dessus.

Le premier est l'organe sécréteur que l'on trouve chez la plupart des chenilles de Lycénides myrmécophiles. Relativement volumineux, il se compose d'un tube cylindrique inséré dans une dépression circulaire ; sa partie basale, un peu renflée, est fortement chitinisée et porte les mêmes phanères que la peau environnante ; sa partie distale, moins large, en chitine mince, peut s'invaginer dans la précédente et ne présente qu'un petit nombre de bases, la plupart sans

chète; elle se termine par une vaste ampoule membraneuse rétractile dans laquelle s'ouvre l'orifice sécréteur.

L'organe pair interne est constitué par deux grandes poches triangulaires transversales, placées symétriquement de part et d'autre de l'organe précédent, dans le sillon articulaire duquel s'ouvre leur large base ; elles sont aplaties, formées d'une membrane épaisse recouverte intérieurement de spinules égales, sauf au sommet, qui est dilaté en cul-de-sac renflé, mince et ridé.

L'organe pair terminal est situé au sommet de l'écusson anal, à la pointe du corps ; il se compose de deux petits tubes chitineux très courts, rapprochés, glabres, dont le sommet laisse saillir une vésicule membraneuse mince et transparente.



Seul l'élevage, que M. ALLUAUD ne pouvait tenter, aurait permis de savoir à quelle espèce rapporter sa trouvaille, mais l'ignorance de son identité ne diminue pas l'intérêt de cette chenille, si riche en particularités dans un groupe qui en compte déjà tant. La première, au moins celle qu'on voit d'abord, c'est le développement et la forme exceptionnels de l'écusson prothoracique. Si les modifications en tige laciniée ou en massue des poils n'atteignent pas les plus hauts degrés de différenciation connus pour ces phanères, il faut cependant souligner l'existence parmi eux de ces singulières « bases sans poil » décrites plus haut. C'est un élément nouveau, bien différent des « lenticles » de CHAPMAN, représentant sans doute une adaptation des poils à une fonction inconnue par disparition du chète et transformation de la membrane articulaire de celui-ci. Beaucoup plus remarquables sont la présence d'un organe pair indépendant auprès de l'organe sécréteur impair du 10e segment et la captation par ce segment des stigmates du 11e. Bien qu'ils soient en apparence indépendants, nous considérons ces deux phénomènes comme liés par une étroite corrélation. On sait, en effet, que, chez la plupart des Chenilles myrmécophiles, le 11e segment porte, outre les stigmates, deux organes évaginables, parfois remplacés par des fossettes (ou absents), situés plus ou moins près des stigmates, eux-mêmes placés plus dorsalement que ceux des autres segments. C'est par des percussions répétées des antennes à leur orifice que les Fourmis en provoquent la saillie, bientôt suivie par l'émission de la sécrétion de l'organe impair du 10e segment, sécrétion qu'elles recherchent avidement et qui paraît être la cause essentielle de leurs relations avec les chenilles de Lycénides. La liaison fonctionnelle des deux sortes d'organes des deux segments est donc certaine. Chez les Chenilles dépourvues de ceux du 11e, on n'a rien signalé qui les remplace, et chez la nôtre on ne voit, à leur emplacement probable, que les deux groupes vaguement circulaires de « bases sans poil » situés en arrière du pli intersegmentaire. Même, s'ils en marquent la trace primitive, nous ne croyons pas que, sur une chenille aussi modifiée, ces phanères soient tout ce qu'il reste d'organes adaptatifs aussi importants. Il nous paraît plus logique de penser qu'ils ont suivi le sort des stigmates, qu'ils ont été captés en même temps que ceux-ci, et que ce sont eux qui encadrent maintenant, transversalement, la base de l'organe sécréteur. De fait, avec leur large orifice basal, leur paroi recouverte de spinules, — *internes* au repos, mais qui

deviendraient *externes* à la protrusion, — leur sommet ampullaire membraneux, les « poches » que nous avons fait connaître ont tous les caractères d'organes évaginables. Et il n'est pas jusqu'à la dépendance fonctionnelle des deux types d'organes qui ne vienne appuyer et

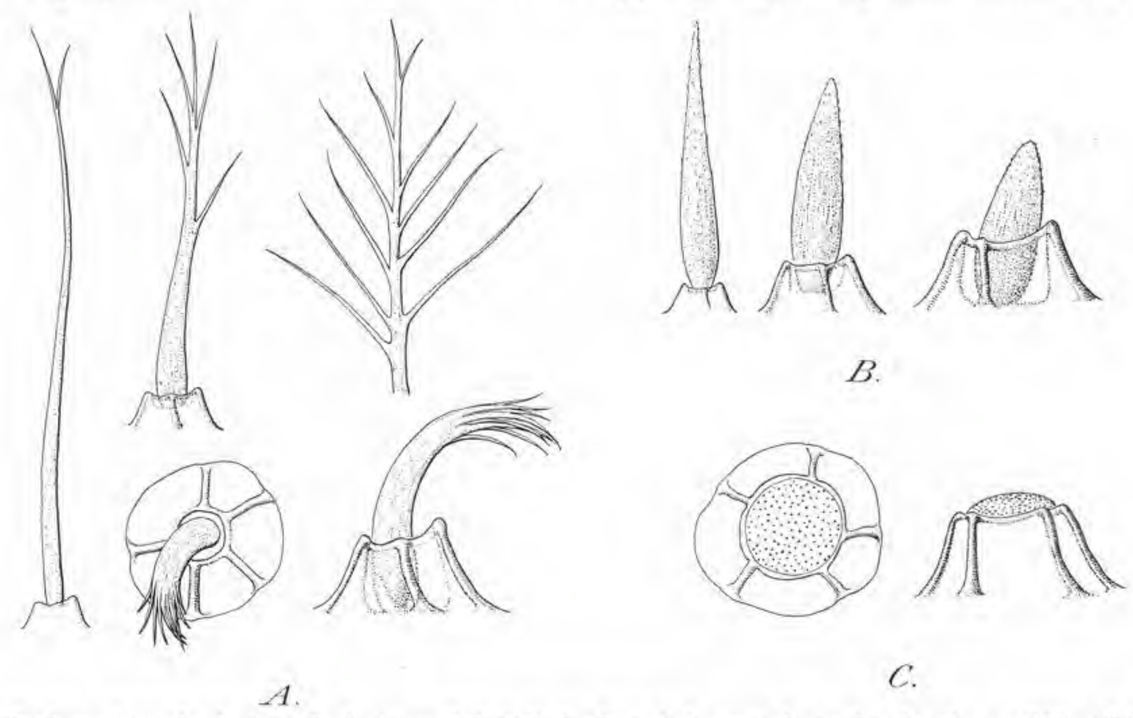


Fig. 6. — Quelques types de phanères *G* : A, cinq poils laciniés, les deux du bas sont du nombre des plus modifiés, celui du centre est vu d'en haut, pour montrer les côtes rayonnantes de sa base, et celui de droite le même, vu de profil ; B, trois poils en massue, vus de profil ; C, deux bases sans poil, celle de gauche vue de face, celle de droite vue de profil.

renforcer une hypothèse de prime abord assez surprenante. Quant à l'organe pair terminal, et bien que ses tubes donnent issue à une vésicule membraneuse rétractile, il est difficile d'imaginer sa fonction. C'est, en tout cas, un organe nouveau, très bien différencié, et dont il est curieux de constater l'apparition précisément chez une chenille dont le 11e segment a perdu ses organes sensoriels.

Chaire de Zoologie

Reptiles, Batraciens et Poissons

Professeur : Monsieur LOUIS ROULE



LACÉPÈDE

La genèse des Faunes d'eau douce

d'après l'exemple de la Blennie fluviatile

Par M. le Dr LOUIS ROULE, professeur.

Cette Blennie d'eau douce a été signalée en premier lieu par ASSO (1784), en Aragon, qui lui a donné le nom spécifique de *fluviatilis*. Plus tard (1801), BLOCH (éd. Schneider) la mentionne, en donnant un nouveau nom, celui de *B. frater*. Quelques années plus tard, en 1810, RISSO retrouve cette espèce dans le Var, commence par la rapporter à tort à une espèce de Lacépède (*B. sujefianus*), puis, en 1826, rectifie cette détermination en imposant le nom spécifique de *varus*. Entre temps, POLLINI (1816) signale sa présence dans le lac de Garde, et la nomme *Blennius vulgaris*. Ensuite VALENCIENNES (1836) impose une nouvelle dénomination, celle de *Blennius cagnota*, qui est restée l'une des plus employées. En 1840, Ch.-L. BONAPARTE subdivise l'espèce en trois autres (*varus* Risso, *anticolus*, *lupulus*) ; et BLANCHARD, en 1866, crée une quatrième espèce complémentaire, *B. alpestris* pour un lot d'individus pris dans un affluent du lac du Bourget, en Savoie.

Depuis, ces Blennies potamiques ont été retrouvées dans nombre d'autres stations, toutes périméditerranéennes, de l'Espagne à l'Asie Mineure, et de l'Europe méridionale au Nord de l'Afrique. On les a signalées de la Sardaigne et de la Sicile. J'ai eu l'occasion d'en recueillir en Corse, dans le Prunelli, non loin de Bastelica. C'est là un cas intéressant d'une aire de distribution nettement localisée. D'autant que les stations d'habitat étant d'étendue restreinte, ces Blennies ne se rencontrent que par faibles quantités et font défaut ailleurs.

Ayant comparé entre eux des exemplaires issus de plusieurs provenances, qui font partie des collections du Muséum National de Paris, j'estime qu'on doit les grouper sous un seul vocable d'espèce, pour qui s'impose, selon les lois de la priorité, celui de *Blennius*

fluviatilis Asso. Cette unité spécifique est également admise par G.-A. Boulenger (1916), qui a eu à sa disposition les nombreux exemplaires des collections du British Museum. Les différences invoquées par L. Bonaparte, et par Blanchard, pour motiver leur création d'espèces complémentaires, portent sur des variations individuelles. En fait, l'espèce doit être considérée comme unitaire, tout en offrant, selon les dimensions et la sexualité, divers degrés de variabilité.

Sa distribution par stations isolées porterait à admettre qu'elle est sans doute de valeur rélicte. Elle aurait eu autrefois une extension plus considérable, moins morcelée, et serait cantonnée maintenant dans diverses stations ne communiquant pas entre elles. Le fait qu'on la trouve dans les trois grandes îles de la Méditerranée occidentale, Corse, Sardaigne, Sicile, reporterait même le moment de sa plus grande extension à la période où ces trois îles n'étaient pas encore séparées du continent. Mais une étude détaillée des caractères et leur comparaison avec ceux des autres espèces du genre conduisent à des conclusions opposées.

Le genre *Blennius* contient, en Europe, une vingtaine d'espèces, dont une seule, *B. fluviatilis* Asso, habite les eaux douces, toutes les autres étant marines et fréquentes dans la Méditerranée. Elles en peuplent les zones côtières, d'où plusieurs d'entre elles pénètrent dans les eaux saumâtres des estuaires et des étangs littoraux. *B. fluviatilis* appartient, dans le genre, à une section qui se caractérise : par une tête nue et ne portant qu'un petit tentacule sourcilier ; par la présence chez les adultes d'une crête occipitale plus ou moins saillante ; par l'homogénéité assez grande de la nageoire dorsale, dont les rayons médians sont à peine plus courts que les antérieurs ou les postérieurs ; enfin par la possession, aux deux maxillaires et dans leur région postérieure, de fortes canines incurvées. Les autres particularités, le nombre des dents ordinaires et celui des rayons aux nageoires impaires, sont sujettes à de notables diversités. La formule dentaire varie de 16 à 28 pour la mâchoire supérieure et de 12 à 22 pour l'inférieure. La formule des nageoires varie de 26 à 32 rayons pour la dorsale, et de 17 à 22 pour l'anale. En outre, la crête occipitale manque aux jeunes individus mesurant moins de 6 à 7 centimètres de longueur ; elle n'apparaît que chez ceux dont les dimensions arrivent à l'état définitif, compris entre 9 et 12 centimètres, et ne se développe complètement que chez les mâles. Pour terminer, les colorations, à leur tour fort variables, sont assez ternes, le fond étant jaunâtre, et le dos avec les flancs se parsemant de taches et de lignes brunes, souvent dissemblables d'individu à individu.

Or, la même section du genre contient une autre espèce, fort commune dans les régions littorales de toute la Méditerranée, et sur le versant Atlantique de la péninsule Ibérique, moins abondante plus au Nord, où elle remonte cependant jusqu'aux côtes anglaises, c'est la *Blennie coquillade*, ainsi nommée jadis par Rondelet. Linné (édition Gmelin) en a fait *B. galerita*. La synonymie de l'espèce comporte en outre le nom de *B. pavo*, qui fut donné par Risso (1810), et conservé ensuite par Valenciennes (1836). Sa diagnose est presque superposable à celle de *B. fluviatilis*. Les seules différences portent : sur la crête occipitale, plus saillante chez *B. galerita* ; sur les canines qui seraient moins fortes, notamment les supérieures; enfin sur la coloration, plus variée et plus brillante chez *B. galerita*.

où elle comporte des teintes de bleu, de vert, de blanc, complétées par un large ocelle sur la joue en arrière des yeux, qui manquent à *B. fluviatilis*. En somme, les deux espèces semblent ne différer entre elles, étant aussi polymorphes l'une que l'autre et leurs dimensions étant identiques, que par l'habitat et la coloration : l'une étant potamique et de teintes ternies, sans ocelles ; l'autre étant thalassique et de teintes brillantes, avec ocelles.

On peut donc se demander, en présence d'affinités structurales aussi étroites, et de ces faibles dissemblances qui, touchant le coloris, peuvent dépendre de l'habitat, si ces deux espèces ne sont pas liées d'une façon encore plus étroite qu'il ne le paraît d'après leur répartition habituelle. *B. galerita* ayant un biotope généralisé, qui s'étend à tout le pourtour de la Méditerranée, se trouve placé au contact des embouchures des fleuves côtiers qui contiennent *B. fluviatilis*. On paraît en droit, d'après ces connexions, de considérer *B. fluviatilis* comme une forme potamique de *B. galerita*, cette dernière étant capable de préparer la liaison grâce à ses représentants vivant en eau saumâtre.

La Corse mérite, sur ce point, de retenir l'attention. J'ai trouvé l'espèce, voici une quarantaine d'années, dans la localité que j'ai mentionnée au début, et je ne l'ai rencontrée nulle autre part. Cette localité est éloignée de la mer, le fond du golfe d'Ajaccio, d'une vingtaine de kilomètres environ. Étant revenu l'an dernier dans cette région afin de la retrouver, je ne l'ai plus rencontrée. Les pêcheurs du pays, consultés, m'ont répondu qu'ils ne la connaissaient point, comme si elle était devenue fort rare, ou même si elle avait disparu. Quoi qu'il en soit, cette station isolée montre par là qu'elle était sans doute de caractère temporaire. Des alevins d'origine marine, ou saumâtre, auraient pénétré en eau douce, s'y seraient adaptés et auraient remonté le fleuve grâce à des circonstances favorables. Ils auraient ainsi fourni les éléments d'une colonie localisée. Puis, les circonstances étant devenues moins avantageuses, la colonie se serait amoindrie, ou effacée. D'autres Poissons de provenance marine montrent de même, dans les contrées périméditerranéennes, des adaptations similaires : *Paralosa lacustris* Fatio du lac de Côme ; *Atherina Rissoi* Cuvier-Valenciennes, complétée par *Atherina Riqueti* Roule, pour plusieurs lacs italiens et le canal du Midi dans le Sud-Ouest de la France. Le cas de *Blennius fluviatilis* n'est donc pas le seul.

Mais, s'il se rapproche de plusieurs autres cas de même ordre, il s'en écarte par la multiplicité des stations, et par le fait que leur répartition, au lieu de se borner à un chiffre restreint de localités, s'étend au pourtour entier de la Méditerranée. L'espèce potamique se composerait d'un grand nombre de colonies distinctes, pouvant avoir toutes leur origine particulière, locale, effectuée aux dépens de la forme marine générale. Cette dernière constituerait une base permanente de peuplements séparés, peut-être temporaires, qui, dans leur totalité, composeraient la forme potamique. Celle-ci serait donc endémique pour chacun d'eux. Cette sorte d'endémisme morcelé pourrait aussi exister ailleurs, parmi les faunes d'eau douce, où son apparence risque de la faire confondre avec une origine exogène suivie de ségrégation.

La question, du reste, s'élargit d'une autre manière, car elle aboutit à faire attribuer à l'espèce en cause, pourtant unitaire et suffisamment caractérisée, une provenance

multiple et polyphylétique. On est entraîné, d'habitude, dans l'étude des affinités de filiation entre espèces, à considérer chacune de ces dernières comme issue d'un lot restreint de générateurs. Les cas de modifications multiples, portant sur plusieurs lignées et conduites parallèlement, semblent relativement rares. Il est probable qu'ils sont plus fréquents qu'on ne l'admet.

Les Poissons africains de la famille des Croméridés et leurs affinités

Par le Dr JACQUES PELLEGRIN
Sous-directeur du Laboratoire de Zoologie (Reptiles et Poissons).

En 1901, M. G.-A. BOULENGER (1) a fait connaître, parmi des collections ichtyologiques rapportées du Nil Blanc par M. LOAT, un curieux petit Poisson, mesurant environ 30 millimètres de longueur, et qu'il désigna sous le nom de *Cromeria nilotica*, dédiant à Lord CROMER ce genre nouveau placé d'abord dans la famille des Galaxiidés.

Voici d'ailleurs la traduction de la description primitive : « Corps allongé, cobitiforme, comprimé, nu. Bouche petite et inférieure, édentée ; ouverture branchiale étroite latérale. Ventrale à mi-distance entre la tête et la caudale ; dorsale et anale courtes, la première opposée à l'espace entre cette dernière et la ventrale. Vessie natatoire, étroite, allongée, étendue le long de la région précaudale du corps. Vertèbres 30 + 15. »

Pour rapprocher les *Cromeria* des *Galaxias*, Poissons de l'Afrique Australe, de l'extrémité méridionale de l'Amérique du Sud, de la Nouvelle-Zélande, de la Tasmanie et du Sud de l'Australie, M. BOULENGER se basait surtout sur la structure de la colonne vertébrale, la position des nageoires, l'absence de mésocoracoïde et la peau nue, les différences portant surtout sur l'absence de dents aux mâchoires et l'étroitesse des ouvertures branchiales.

Malgré les dimensions très réduites des échantillons, le Dr H. H. SWINNERTON (2), en 1903, étudia minutieusement le squelette et montra qu'il existait un os mésocoracoïde. L'absence de cet os différenciant le sous-ordre des Haplomes, auquel appartiennent les Galaxiidés, des Malacoptérygiens proprement dits force fut donc à M. BOULENGER, l'année suivante (3), de placer les *Cromeria* dans ce dernier groupe et de les élever à la hauteur de famille. Les Croméridés figurent donc à la fin des Malacoptérygiens, après les Gonorhynchidés.

(1) *Ann. Mag. Nat. Hist.*, (7), VIII, 1901, p. 445.
(2) *Zool. Jahrb., Anat.*, XVIII, 1903, p. 58.
(3) *Cambridge Natural History*, VII, 1904, Pisces, p. 573.

Dans son bel ouvrage sur les Poissons du Nil, en 1907, M. BOULENGER (1) donna une description plus détaillée du *Cromeria nilotica* qui fut représenté, fournissant sur son squelette de nombreux renseignements empruntés à SWINNERTON et reproduisant le crâne vu de profil et d'en haut et la ceinture scapulaire.

La famille est alors ainsi définie : « Bord de la mâchoire supérieure formée par les prémaxillaires et les maxillaires ; supra-occipital développé et séparant largement de très petits pariétaux ; os operculaires bien développés ; symplectique absent. Corps nu. Vertèbres précaudales avec parapophyse ; côtes et épipleuraux étroits, les premières sessiles. Pectorales insérées bas, se repliant comme les ventrales. Pas de post-clavicule. »

En 1909, dans son catalogue des Poissons dulcaquicoles d'Afrique, BOULENGER (2) reprend la description de la famille, du genre et de l'espèce qui se trouvent toujours placés à la fin des Malacoptérygiens, auprès de la petite famille des Knériidés, eux aussi confinés dans les eaux douces de l'Afrique tropicale et qui comprennent deux genres : *Kneria* Steindachner 1866 et *Xenopomatichthys* Pellegrin 1905 (3).

Les rapports sont assez nombreux, en effet, et consistent dans l'aspect général, l'insertion et la disposition des nageoires, la bouche petite et édentée non protractile, l'étroitesse de l'orifice branchial, le développement des os operculaires, le supra-occipital séparant largement de très petits pariétaux, les côtes sessiles ; toutefois, chez les Kneriidés, le bord de la bouche ne paraît constitué que par les prémaxillaires, il y a un symplectique, le corps est recouvert d'écailles, mais, à la vérité, fort petites.

Il y a là, on en conviendra, un certain nombre de caractères importants qui rapprochent les Cromériidés des Knériidés, mais ce qui frappe surtout lorsque l'on examine, comme je l'ai fait au British Museum de Londres, les *Cromeria* (4), c'est leur aspect en quelque sorte larvaire.

A l'extérieur, le corps n'est pas cylindrique, mais allongé, aplati latéralement, presque incolore (5) et laissant apparaître nettement les myomères. Seuls les yeux tranchent à la partie antérieure, apparaissant comme deux taches pigmentées. Des replis cutanés médians existent en haut et en bas en arrière de la dorsale et de l'anale, se prolongeant jusqu'à la caudale.

A l'intérieur, il y a lieu de signaler l'énorme développement du cerveau et le nombre élevé de pièces restées cartilagineuses dans le squelette. De moindre importance sont la petitesse des individus et l'absence de dents aux mâchoires.

On sait, d'autre part, que chez certains Malacoptérygiens clupéiformes primitifs, comme les Élopidés et les Albulidés, habitant les mers chaudes, les estuaires et remontant parfois dans les rivières, les jeunes passent par une phase larvaire leptocéphaloïde assez comparable à ce que l'on observe chez les Anguilles, mais reconnaissables à la présence d'une large

(1) *Zoology of Egypt :* The Fishes of the Nile, 1907, p. 93, fig. 15, et Pl. XV, fig. 3.

(2) *Cat. Freshw. Fishes Africa*, I, 1909, p. 173, fig. 137.

(3) Comme l'a montré le Dr MAX POLL, en 1933, le genre *Angola* Myers 1928 ne peut être séparé du genre *Xenopomatichthys.*

(4) Les types, au nombre de 15 et dus à M. LOAT, proviennent de Fachoda et du lac No ; trois spécimens de Khor Barboy également sur le Nil Blanc, envoyés par M. H. H. KING, sont parvenus ultérieurement au British Museum.

(5) Le corps est incolore, avec seulement une ligne jaune clair tachetée de noir le long de la ligne dorsale et sur le bord inférieur du pédicule caudal et une ligne noirâtre, de chaque côté, le long du pédicule caudal.

nageoire caudale légèrement fourchue. Or, les Croмériidés présentent une analogie morphologique remarquable avec la larve des Albulidés, famille dont le type bien connu est l'*Albula vulpes* L.

Ils se rapprochent surtout des derniers stades, au moment où le jeune animal, bien étudié par GILBERT, ayant subi une assez forte réduction de taille, va commencer à prendre sa forme définitive. Alors, même physionomie générale, même disposition des nageoires, la dorsale se trouvant encore située au-dessus de l'espace compris entre les ventrales et l'anale, même absence presque complète de pigmentation, même repli cutané du dos en arrière de la dorsale. Il n'y a guère que les dimensions plus grandes de la bouche et de l'orifice branchial qui permettent une distinction.

Par contre, l'adulte de l'*Albula* devient fort différent avec son corps recouvert d'écailles, son museau conique, sa bouche dentée, sa dorsale reportée en avant, ses ventrales à nombreux rayons, sans parler de particularités ostéologiques assez importantes dont l'exposé entraînerait trop loin.

En somme, il résulte de ces diverses constatations que, sans méconnaître les relations qui peuvent exister entre les Knériidés et les Croméridés, ces derniers offrent des caractères larvaires indéniables, les faisant ressembler à de jeunes Albulidés.

Reste à savoir, et seul l'examen des produits génitaux permettra de le trancher avec certitude, s'il s'agit d'une famille représentant à l'état adulte les premiers stades d'une autre ou si, tout simplement, les Cromériidés ne sont que les larves d'un Poisson du groupe des Malacoptérygiens déjà connu dans les eaux douces africaines tropicales.

Sur la validité spécifique de deux Couleuvres de Madagascar

Pseudoxyrhopus tritæniatus Mocquard et *Pseudoxyrhopus dubius* Mocquard.

Par M. F. ANGEL
Assistant au Muséum.

Dans le groupe des Colubridés aglyphes vivant à Madagascar, le genre *Pseudoxyrhopus* occupe la première place par le nombre de ses espèces, qui s'élève à neuf. Deux d'entre elles, cependant, ont été contestées et placées par M. BOULENGER (1) dans la synonymie d'une forme décrite antérieurement par GÜNTHER sous le nom de *Pseud. microps* ; ce sont : *Pseud. tritæniatus* Mocqu. (2) et *Pseud. dubius* Mocqu. (3).

Les trois espèces montrent 25 rangs longitudinaux d'écailles, tandis que les autres espèces du même genre présentent 17 à 21 rangs longitudinaux.

Un envoi important de Reptiles et de Batraciens récoltés de 1926 à 1930 par M. R. DECARY à Madagascar, et adressé au Muséum, contenait un Serpent appartenant au genre *Pseudoxyrhopus*, recueilli dans le massif de l'Ikongo.

Au cours de son examen, nous avons été amené à comparer les descriptions des deux auteurs précités et à examiner les types des deux espèces décrites par MOCQUARD et non validées par M. BOULENGER. Il ressort de notre étude que *Pseud. dubius* et *tritæniatus* doivent être considérés comme espèces distinctes, pour les motifs ci-dessous :

Dans sa description complète et commentée de *Pseud. dubius*, MOCQUARD reconnaît d'abord que ces deux espèces ont de grandes affinités avec *Pseud. microps*, mais il développe les raisons qui lui font penser qu'on doit les séparer de celle-ci : dimensions respectives des plaques frénales, pariétales, frontales, internasales, sous-mandibulaires, nombre des gastrostèges pour *Pseud. tritæniatus*, en plus de la coloration.

Il est évident qu'en dehors de la coloration spéciale de chacune des trois espèces, les

(1) *Catal. of Snakes*, vol. III, 1896, p. 613, et *Proc. Zool. Soc. London*, sept. 1915, p. 375.
(2) *C. R. Soc. Philom. Paris*, février 1894, nº 9, p. 4.
(3) *Bull. Mus. Paris*, 1904, p. 305.

différences d'écaillure sont peu marquées et ne suffisent pas à elles seules pour motiver une distinction spécifique. MOCQUARD ne possédait d'ailleurs qu'un seul échantillon de chacune des deux espèces. Un caractère aurait mérité d'être utilisé : l'unité de la plaque anale, chez *Pseud. dubius*, qui n'existe pas chez les deux autres espèces ; malheureusement, l'unique exemplaire que MOCQUARD possédait montre, sur la partie antérieure de la plaque anale, la trace d'un court sillon médian qui peut faire croire soit à une anomalie, soit à une division de cette plaque. C'est donc un caractère différentiel assez important dont l'auteur n'a pu faire état à l'appui de son opinion.

Nous avons eu la bonne fortune de trouver, dans l'échantillon recueilli par M. DECARY,

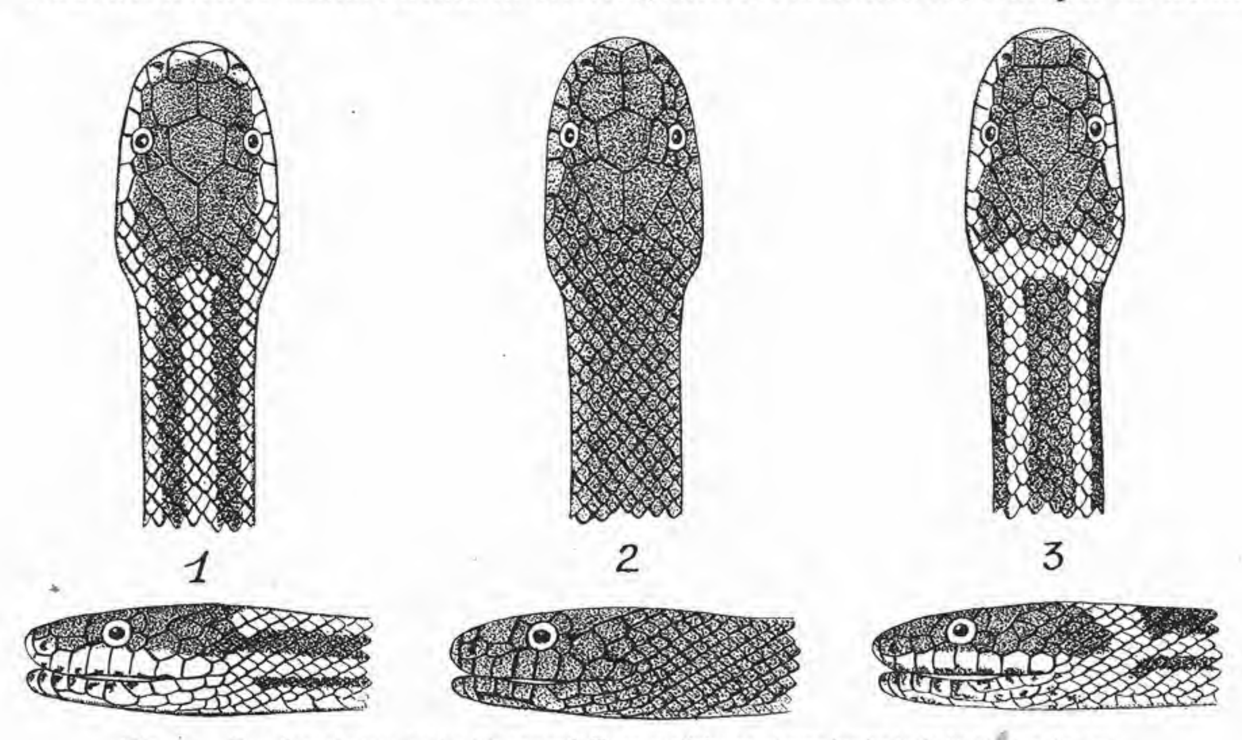


Fig. 1. — *Pseudoxyrhopus dubius* Mocquard. Face supérieure et vue latérale de la tête et du cou.
Fig. 2. — *Pseudoxyrhopus microps* Günther. Face supérieure et vue latérale de la tête et du cou.
Fig. 3. — *Pseudoxyrhopus tritæniatus* Mocquard. Face supérieure et vue latérale de la tête et du cou.

un deuxième représentant de *Pseud. dubius*, qui non seulement montre la coloration caractéristique et l'écaillure identiques à celle du type, mais aussi possède, sans conteste, une plaque anale entière. Ce dernier fait indique que le sillon de la plaque anale chez le type est anormal, et il apporte la certitude qui manquait à MOCQUARD pour différencier nettement sa nouvelle espèce. Il confirme la validité de *Pseud. dubius* (connu maintenant par deux exemplaires identiques), qui se distingue des deux autres espèces par son anale entière, sa coloration et quelques caractères mineurs que nous donnons dans le tableau comparatif et les dessins qui accompagnent cette note.

L'espèce *tritæniatus*, de son côté, sera facilement différenciée de *Pseud. microps* (qui, comme elle, possède une anale divisée) par : sa mâchoire supérieure débordant notablement sur l'inférieure, les proportions de la plaque loréale, beaucoup moins longue par rapport à sa hauteur, le nombre des ventrales moins élevé, la longueur de la plaque frontale, la coloration.

TABLEAU COMPARATIF DES PRINCIPAUX CARACTÈRES CHEZ LES TROIS ESPÈCES.

A. — ANALE ENTIÈRE.

Loréale, une fois et demie plus longue que haute. Ventrales : 204-210. Frontale aussi longue (chez l'adulte) ou un peu plus longue (chez le jeune) que sa distance de l'extrémité du museau. Quatre bandes longitudinales noires dorso-latérales, les médianes plus larges que les extérieures .... *Pseud. dubius* Mocqu. (fig. 1).

B. — ANALE DIVISÉE.

a. Loréale deux fois plus longue que haute.
Ventrales : 207-225. Frontale pas plus longue que sa distance de l'extrémité du museau. Mâchoire supérieure ne débordant pas sur l'inférieure. Brun noirâtre uniforme au-dessus. Bande médiane ventrale longitudinale absente .... *Pseud. microps* Günth. (fig. 2).

b. Loréale presque aussi haute que longue.
Ventrales : 204. Frontale (1) franchement plus longue que sa distance de l'extrémité du museau. Mâchoire supérieure débordant notablement sur l'inférieure. Trois bandes dorso-latérales longitudinales noires, la médiane beaucoup plus large que les latérales. Une légère bande médiane ventrale et sous-caudale .... *Pseud. tritæniatus* Mocqu. (fig. 3).

(1) Une petite plaque additionnelle, et vraisemblablement anormale, est intercalée entre le bord antérieur de la frontale et le début de la suture des préfrontales.

Source : MNHN, Paris

Moyse Charas et les Vipères au Jardin du Roy

Par Mme le Dr MARIE PHISALIX

En l'an 1698, mouraient respectivement, à Pise et à Paris, deux grands naturalistes, également savants, également illustres, également poètes, car ils pouvaient se combattre à coups de vers latins : ce sont Francesco REDI, premier médecin du duc Ferdinand de Toscane, et Moyse CHARAS, apothicaire-artiste, qui, neuf années durant, de 1671 à 1680, avait enseigné la pharmacopée galénique et chimique au Jardin du Roy.

Leurs recherches personnelles et indépendantes sur la Vipère, la source de son venin, les remèdes qu'on en peut tirer, eurent grande vogue au XVIIe siècle, qui était, en thérapeutique, « le Siècle de la Vipère ».

Moyse CHARAS, qui nous occupe tout spécialement, naquit à Uzès, le 2 avril 1619, de parents protestants.

De solides études, où s'était manifesté d'abord son goût pour la poésie latine, l'aiguillèrent ensuite vers la pharmacie. Il en franchit toutes les étapes, à Marseille, Montpellier, Lyon. Reçu maître apothicaire, il achète une officine à Orange ; mais il est attiré à Paris par cette soif d'apprendre qu'il a toujours manifestée, et sans doute aussi par des coreligionnaires distingués et importants ; il y arrive vers 1646, et suit les cours de chimie de l'un d'entre eux, l'apothicaire Nicaise LE FEBVRE.

Il ouvre alors boutique rue des Boucheries-Saint-Germain, avec enseigne : *Aux Vipères d'Or*, titre qui traduit à lui seul ses préoccupations dominantes, les Vipères et la Thériaque, avec lesquelles il avait déjà fait pratiquement connaissance pendant son stage chez ses divers patrons.

L'une et l'autre font l'objet de ses premières recherches ; il y marque tant de distinction que la Compagnie des Apothicaires lui confie, en 1667, la préparation officielle et solennelle de la Thériaque, qui jusque-là avait été laissée à des initiatives plus ou moins compétentes et bien souvent peu recommandables. Dès l'année suivante (1668), il publie *La Thériaque d'Andromacus*, fixant les règles précises de la préparation. Une seconde édition date de 1685.

Entre temps, Moyse CHARAS s'était lié avec Christophe GLASER, qui professait la chimie au Jardin du Roy. Il l'assiste dans son enseignement, en rédige même les leçons, sur la demande de quelques auditeurs et des étudiants en médecine, qui fréquentaient le

Jardin, et aussi par amour de la langue française, que GLASER malmenait peut-être un peu. Il condensa ces leçons en un *Traité de la Chymie*, qui parut en 1663, sous le nom de GLASER, et qui fut suivi d'autres éditions, notamment en 1668 et en 1670. GLASER cessait son enseignement au Jardin en 1671.

Mais, du point de vue du résultat, ce ne fut point œuvre stérile ; cette collaboration intime et bénévole aux éditions du *Traité de la Chymie*, autant que la notoriété que lui valaient ses expériences sur la Vipère et la première préparation officielle de la Thériaque,



MOYSE CHARAS, démonstrateur de chimie au Jardin du Roy.

lui ouvraient les portes du Jardin du Roy. Elles le désignaient au premier médecin du Roy, surintendant de son Jardin, VALLOT, pour la succession de GLASER.

Dès lors (1671), Moyse CHARAS, apothicaire artiste du Roy, démonstrateur de la pharmacopée galénique et chimique du Jardin royal, put y suivre son inclination, encouragé d'ailleurs par Antoine DAQUIN, qui avait succédé à son oncle VALLOT, le 18 avril 1672, comme premier médecin du Roy.

A son officine du faubourg Saint-Germain, CHARAS recevait les Vipères qui lui parvenaient du Poitou, du Dauphiné, de la Bourgogne et de beaucoup d'autres régions du royaume; mais c'était au Jardin du Roy qu'elles servaient aux démonstrations publiques et à la préparation de ces innombrables remèdes qui remplirent la pharmacopée royale, et dont il ne reste naturellement, après deux cent cinquante-cinq ans, aucun vestige.

Dès le début de 1672, CHARAS publie ses *Nouvelles expériences sur la Vipère, « où l'on verra,* dit-il, *une description exacte de toutes ses parties, la source de son venin, ses divers effets, et les remèdes exquis que les artistes* (les chimistes) *peuvent tirer du corps de cet animal* », sujet qui avait été l'objet d'une étude un peu moins détaillée en 1669. Cet in-8 est dédié à VALLOT. CHARAS nous informe lui-même que c'est le premier ouvrage concernant uniquement la Vipère qui soit écrit en langue française.

Cette publication marque le moment où s'établit entre CHARAS et REDI une polémique au sujet de la localisation du pouvoir de la Vipère, polémique qui subsistera après leur disparition, la même année, en 1698, et qui ne sera close qu'en 1781, par les expériences de FONTANA, confirmant les conclusions de REDI sur ce point particulier.

CHARAS soutient que « le venin n'est nulle part dans le corps de la Vipère quand celle-ci est tranquille, mais qu'il apparaît quand la Vipère est en colère : « *Ses esprits irritez* s'échappent alors par les crochets pendant la morsure ; l'effet est donc tout spiritueux... Hormis ce cas, dit-il, le suc jaune n'est qu'une inoffensive salive. »

Ce n'était pas l'avis de REDI, fondé sur la seule expérience : il affirme avec non moins d'autorité que tout le pouvoir de la Vipère, vivante ou morte, réside dans le suc jaune.

CHARAS s'appuyait d'ailleurs sur des faits incontestables, et pour la première fois démontrés : l'innocuité de certains cas de morsure, l'innocuité du suc jaune déposé sur la peau ou absorbé par la bouche. Il fit aussitôt, et tout exprès, de nouvelles recherches, qu'il publia sous le titre : *Suite aux nouvelles expériences sur la Vipère* (Paris, 1672), et qui est une réponse motivée à la lettre d'objections de REDI ; mais ces expériences, interprétées à travers le même voile déformant du phlogistique, alors en grand honneur, l'affermissent dans son opinion. Deux fois mordu plus tard dans les expériences sur les Vipères, auxquelles il prit part dès son entrée à l'Académie des sciences en 1692, il déduit encore, de la façon honorable dont il en sortit, des conclusions favorables à son opinion : en réalité, il avait eu la chance que les morsures fussent légères, et qu'il leur eût appliqué avec aisance et sang-froid tout l'arsenal thérapeutique qu'il préconisait : *ligature, thériaque, esprit volatil de Vipère*..., qui ne lui firent du moins pas de mal, et sans lesquels il eût vraisemblablement guéri rien qu'avec sa sérénité.

Il réhabilite le fiel (la bile), qui, jusque-là, avait été accusé de monter aux gencives et de causer tout le mal. Bref, il laisse de sa longue et persévérante étude des faits certains : *anatomie de la Vipère, innocuité du venin déposé sur la peau ou introduit par ingestion, innocuité de la bile,* qui pourraient sembler peu de choses à présent qu'ils sont connus, mais que CHARAS a dû extraire d'un inextricable fouillis. Joints aux résultats de REDI, l'ensemble marque une ère nouvelle dans l'étude des animaux et de leur venin.

Cinq ans après son entrée officielle au Jardin du Roy (1676), CHARAS publiait la première édition de son œuvre maîtresse et qui résume son enseignement : *La Pharmacopée royale, galénique et chymique,* qui connut d'autres éditions en 1681 et 1691-1692. Elle fut traduite en toutes les langues de l'Europe, et même en chinois, sur ordre de l'empereur ; et il faut bien souligner, pour montrer la faveur qu'elle obtint, et qui classe Moyse CHARAS parmi les grands apothicaires, que ses formules restèrent en vogue jusqu'à la fin du

XVIIIe siècle, et que tout le monde y recourait (1). Nicolas LÉMERY s'en est inspiré dans sa *Pharmacopée universelle.*

Pendant quatre années encore, Moyse CHARAS remplit avec grand succès ses fonctions de démonstrateur au Jardin du Roy ; il y eût peut-être terminé sa carrière, si des restrictions préliminaires à la révocation de l'Édit de Nantes ne l'eussent inquiété. Il ne l'attendit pas et, sacrifiant à ses convictions religieuses la place à laquelle il tenait tant, il passa successivement en Angleterre, où il prit son doctorat en médecine ; à Amsterdam, où le titre de citoyen qu'on lui décerna lui conférait la nationalité hollandaise ; en Espagne, où il se rendait dans l'intention de faire de la clientèle médicale, mais où, âgé de soixante-dix ans, il frôla les fagots de l'Inquisition et dut abjurer le protestantisme pour avoir la vie libre et sauve. Il revint enfin à Paris, où Louis XIV l'accueillit comme un converti, et signa en 1692 les lettres patentes qui le nommaient académicien-chymiste. Pendant six années encore, il travailla avec la même ardeur et s'éteignit, comme il a été indiqué, à Paris en 1698. Ses neuf années d'enseignement au Jardin du Roy ont été les plus intéressantes, les plus productives et les plus brillantes de sa belle carrière scientifique. Elles ont devancé de 225 années environ les recherches de science précise réalisées sur le venin de la *Vipère aspic* au Jardin du Roy, devenu le Muséum d'Histoire naturelle, par MM. C. PHISALIS et GABRIEL BERTRAND, et qui ont abouti en 1894 à la découverte de la vaccination et de la sérothérapie antivenimeuses.

(1) Pour la bibliographie complète de Moyse CHARAS, voir l'étude si intéressante et si documentée du Dr Paul DORVEAUX, intitulée : Les grands Pharmaciens-Apothicaires membres de l'Académie des Sciences (in *Bull. de la Soc. d'Hist. de la Pharmacie*, 1929, no 65, p. 329-390 : Moyse Charas), et Moyse Charas, la Pharmacie de son temps et l'Inquisition en Espagne en 1688, par MARIUS TALLON (in *Journal d'Uzès*, 1892, nos 23, 25 à 29).

Chaire de Zoologie

Mammifères et Oiseaux

Professeur : Monsieur E. BOURDELLE



ÉT. GEOFFROY SAINT-HILAIRE

Source : MNHN, Paris

Considérations zoologiques sur les Équidés Asiatiques actuels

Par E. BOURDELLE
Professeur au Muséum.

Parmi les problèmes zoologiques qui se rapportent à l'Asie, celui qui est relatif à la population d'Équidés sauvages qu'on trouve actuellement sur ce continent est sans doute l'un des plus intéressants. Cette population, dont l'habitat est encore très vaste et très étendu, reste cependant limitée à certaines régions du Centre (Massif Thibétain et Turkestan chinois), région du Centre-Nord (steppes de la Mongolie, en particulier désert de Gobi et Dzoungarie), régions de l'Ouest et du Sud-Ouest (Turkestan proprement dit, steppes Kirghises, Perse, Syrie, Afghanistan, Penjab, Rajputana). Cet extraordinaire diversité d'habitat qui va des régions sèches et glacées de la Transbaïcalie aux régions chaudes et humides du Sud en passant par les déserts du Centre et de l'Ouest ou par les plateaux et les montagnes élevées du Centre, se fait remarquer par une population équine des plus variée et dont on achève à peine l'inventaire. Cette population porte des noms différents suivant les régions, et ces noms semblent bien désigner des races spéciales. C'est ainsi que les appellations de *Dzigettaï* ou de *Chigettaï*, celles de *Taka* et de *Kertag* sont celles qui s'appliquent aux espèces qui vivent dans les steppes de la Mongolie ; celle de *Kiang* sert à désigner les sujets de la région du Thibet et du Kashmir ; le nom de *Kulan* ou de *Koulan* est celui des formes du Turkestan et des steppes Kirghises ; en Perse, dans l'Afghanistan, dans le Penjab, le Rajputana, ce sont les appellations de *Gour*, de *Ghor-Khar* ou de *Ghor-Khur* qui sont employées.

Tous les Équidés qui répondent à ce vocable local sont des animaux véritablement sauvages et ne doivent pas être confondus avec les Tarpans, qui voisinent parfois avec eux et qui sont, on le sait, des chevaux domestiques ayant fait retour à l'état sauvage.

***

Ainsi qu'en témoignent les écrits de PLINE et d'ARISTOTE, les premiers Équidés asia-

tiques sauvages connus des Européens furent décrits sous le nom d'*Onagres*. Mais il semble bien que cette appellation, en même temps qu'elle servit à désigner les Anes d'Afrique, se généralisa à toutes les populations équines d'Asie que nous venons de dénombrer plus haut. Longtemps on en resta à cette conception, et LINNÉ l'affirma en 1758, en rangeant les Équidés asiatiques dans le genre *Equus*, parmi les Anes (*Eq. asinus*). C'est seulement en 1774 que PALLAS, reprenant l'appellation d'*Hemione* ou de demi-âne, utilisée par les anciens et reproduite par ARISTOTE pour désigner les hybrides d'Anes et de Chevaux, c'est-à-dire les Mulets, l'appliqua aux Onagres ou Anes sauvages asiatiques de la Mongolie et du Turkestan chinois désignés sous le nom de *Dzigettaï* ou de *Chigettaï*, dont il fit une espèce spéciale, *Equus hemionus*. Assez longtemps après, en 1841, MOORCROFT appelait l'attention sur les caractères particuliers des Équidés du Ladak ou *Kiangs*, dont GRAY, en 1848, faisait à son tour une espèce particulière, *Equus Kiang*. En 1852, on pouvait considérer que, selon GRAY, les Onagres vrais (*Equus onager*) n'étaient plus représentés que par les Équidés du Cutch et de la haute vallée de l'Indus d'une part, désignés sous le nom de *Ghor-Khur* ou de *Ghor-Khar*, constituant les *Onagres de l'Inde*, et par ceux de la rive Sud et Sud-Ouest de la mer Caspienne, de Perse et de Mésopotamie, désignés sous le nom de *Gour*, de *Kulan* ou de *Koulan*, constituant les *Onagres* de Perse et de Syrie. En 1855, Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE différenciait à son tour certaines formes d'Onagres de Syrie, plus rapprochées des Chevaux que les autres formes et qu'il désignait pour cela sous le nom d'*Hemippe* ou demi-cheval (*Equus hemippus*), par opposition aux Hemiones ou demi-ânes. Enfin, en 1879, la découverte dans les plaines de la Dzoungarie du Cheval sauvage par PRJEWALSKI, *Taka* des Mongols ou *Kertag* des Kirghises, sans doute confondu jusque-là avec les Tarpans, les Dzigettaï ou Hemiones, et élevé au rang d'espèce par POLIAKOW (*Equus Prjewalski* ou *Equus caballus Prjewalski*) acheva de dissocier en ses éléments principaux le bloc primitif des Équidés asiatiques. Aux formes principales qui furent ainsi déterminées s'en ajoutèrent d'autres établies à plus ou moins juste raison par divers auteurs, voyageurs ou naturalistes, pour désigner des formes locales. C'est ainsi que des formes d'Onagres de l'Inde appartenant à la même espèce furent établies par HODGSON en 1842 (*Asinus equioides*), par HEUGLIN, en 1847 (*Asinus polyodon*), par SCLATER en 1862 (*Asinus indicus*). Mais il fut assez rapidement démontré que la distinction de ces formes n'était pas justifiée et que leurs noms devaient tomber en synonymie.

Le tableau suivant résume en deux groupes qui se rapportent aux genres *equus* et *asinus* et sans tenir compte des synonymies, les noms qui ont été donnés aux diverses formes distinguées jusqu'à aujourd'hui parmi les Équidés asiatiques sauvages.

I. — GENRE « EQUUS ».	II. — GENRE « ASINUS ».
Equus hemionus, Pallas (1775).	*Asinus hemionus*, H. Smith (1841).
— — *hemionus*, Lydekker (1904).	— *hamar*, H. Smith (1841).
— — *Kiang*, Lydekker (1907).	— *equioïdes*, Hodgson (1842).
— *kiang*, Moorcroft (1842).	— *polyodon*, Heuglin (1847).
— *khur*, Lesson (1827).	— *onager*, Gray (1852).
— *hemippus*, I. Geoffroy (1855).	— *indicus*, Sclater (1862).
— *indicus*, Matschie (1893).	— *kyang*, Kinloch (1869).

Equus onager, Pallas (1777).
— *onager onager*, Lydekker (1904).
— — *castaneus*, Lydekker (1904).
— — *indicus*, Lydekker (1904).
— — *hemippus*, Lydekker (1905).
— *Prjewalski*, Poliakow (1881).
— *caballus Prjewalski*, Lydekker (1902).

Asinus hemippus, Matschie (1900).
— *kiang*, Heller (1912).

Les zoologistes ont d'ailleurs interprété de façon assez différente la classification des diverses formes d'Équidés asiatiques que nous venons de dénombrer. A l'exception du Cheval de Prjewalski, que tout le monde a été d'emblée d'accord pour reconnaître comme un Équidé *caballin*, c'est-à-dire comme un véritable Cheval, ancêtre peut-être de nos Chevaux domestiques actuels, tous les autres Équidés asiatiques ont été considérés, sinon comme des Anes vrais, tout au moins comme des *asiniformes* ou des *asiniens* et quelques auteurs seulement ont distingué parmi eux des *hémioniens*.

La notion que professaient les anciens sur la nature des Équidés asiatiques a donc persisté et, reprise par LINNÉ et par la plupart des zoologistes du XVIII[e] siècle, elle a pesé jusque sur les classifications les plus modernes. La notion d'hémionien, qui s'est surtout imposée avec Alphonse MILNE-EDWARDS et GEORGE, a tout au plus fait de certaines formes des demi-Anes et n'a pas véritablement dissocié le groupe primitif des Asiniens asiatiques. C'est bien en effet ce qui ressort de l'examen des principales classifications actuellement en faveur pour les Mammifères. C'est ainsi que BEDDARD, en 1902, dans le volume X du *Cambridge Natural History*, consacré aux Mammifères, rattache nettement l'Onagre, l'Hémippe et l'Hémione à l'Ane (*Equus asinus*) et laisse le Cheval de Prjewalski dans la même position à l'égard du Cheval (*Equus caballus*). TROUESSART, en 1905, dans le supplément de son important catalogue des Mammifères, adopte et accuse la manière de voir de BEDDARD. Comme ce dernier, il range tous les Équidés asiatiques dans le genre *Equus*, et il rattache au sous-genre *Asinus* : l'Hémippe (*Eq. hemippus*), l'Onagre (*Eq. onager*), le Kiang (*Eq. kiang*), l'Hémione (*Eq. hemionus*), élevés au rang d'espèces de type asinien, alors qu'il laisse le Cheval de Prjewalski seul (*Eq. caballus Prjewalski*) dans le sous-genre *Caballus*, c'est-à-dire dans les Chevaux vrais.

LYDEKKER, dès 1904, dans diverses publications et dans le catalogue des Ongulés du British Museum de 1916, fut le premier à abandonner les idées admises jusqu'à ce jour en ce qui concerne la classification des Équidés en général et en particulier celle des Équidés asiatiques. Il range en effet tous ceux-ci dans un même sous-genre *Equus*, dans lequel il distingue en espèces différentes le Cheval de Prjewalski (*Eq. caballus*), le Kiang (*Eq. kiang*), l'Hémione (*Eq. hemionus*), les Onagres (*Eq. onager*). LYDEKKER sépare ainsi nettement les Onagres des Anes proprement dits (*Eq. asinus*) propres au continent Africain et, après les avoir élevés au rang d'espèce, il distingue parmi eux quatre sous-espèces : l'Onagre de Perse (*Eq. onager onager*), l'Onagre de Syrie ou Hémippe (*Eq. onager hemippus*), l'Onagre de l'Inde (*Eq. onager indicus*) et l'Onagre Kobdo ou châtain (*Eq. onager castaneus*). Les tableaux suivants résument et précisent dans les détails les classifications que nous venons d'exposer.

I. — D'après Trouessart.

Genre *Equus*, L.

Sous-genre *Caballus*.
Eq. caballus L.
Eq. cab. Prjewalski, Poliakow.

Sous-genre *asinus:*
Eq. hemippus, I. Geoffroy.
— *onager*, Brisson.
— *kiang*, Moorcroft.
— *hemionus*, Pallas.

II. — D'après Lydekker.

Genre *Equus*, L.

Sous-genre *Equus:*
Eq. caballus, L.
Eq. cab. Prjewalski, Poliakow.
Eq. kiang, Moorcroft.
— *hemionus*, Pallas.
— *onager*, Pallas.
Eq. onag. onager, Pallas.
— — *hemippus*, I. Geoff.
— — *indicus*, Sclater.
— — *castaneus*, Lydekker.

III. — D'après Blanford.

Genre *Equus* L.
(Équidés de l'Inde.)

Eq. hemionus Pallas.
Eq. hem. hemionus, Pallas.
— — *hemippus*, I. Geoff.
— — *onager*, Sclater.

Les classifications classiques n'ont que rarement affirmé l'établissement d'un groupe défini d'Équidés Hemioniens dans l'esprit où on pouvait les envisager d'après Alphonse Milne-Edwards, George, Syker, Blyth, Strachey et Flower. Signalons cependant que Blanford en 1891, dans sa *Faune de l'Inde* (Mammifères), semble avoir voulu réaliser un tel groupe en rapportant à *Equus hemionus* les différentes formes, le Kiang ou Hémione proprement dit (*Eq. hemionus hemionus*), l'Onagre (*Eq. hemionus onager*), l'Hémippe (*Eq. hemionus hemippus*). Tout comme Lydekker et même avant lui, Blanford a donc essayé d'établir un groupement homogène des Équidés asiatiques autres que le Cheval de Prjewalski et de les séparer des Anes vrais. En fait, ces auteurs ne se séparent des autres zoologistes que dans le mode de classification adopté. A bien considérer les choses, on se rend compte qu'à côté du Cheval de Prjewalski (*Eq. caballus Prjewalski*), dont l'entité spécifique ne fait de doute pour personne, trois autres types spécifiques peuvent être retenus : l'un qui se rapporte à l'Hémione vrai et au Kiang (*Eq. hemionus*), l'autre à l'Hémippe de Syrie (*Eq. hemippus*), un dernier enfin aux Onagres proprement dits (*Eq. onager*). A chacun de ces types peuvent se rattacher des formes secondaires au titre de sous-espèces de races ou de simples variétés.

* * *

Cependant, s'il paraît naturel d'envisager les choses d'après les caractères de la morphologie extérieure sur lesquels on peut les établir, il ne semble pas que ces caractères soient absolument formels. C'est ainsi qu'il faut, pensons-nous, à l'exemple de ce qui avait été fait par certains, renoncer à distinguer les Hémiones des Kiangs, au moins au titre spécifique, ceux-ci ne représentant sans doute qu'une variété de montagne de ceux-là. De même, extérieurement au moins, il paraît bien difficile de différencier l'Hémippe de certaines formes d'Onagre, et certaines de celles-ci s'apparentent assez étroitement aux Hémiones. Enfin, il n'est pas bien sûr, ainsi que le pensait déjà Trouessart, que des confusions ne se soient pas établies entre l'Hémione et le Cheval de Prjewaslki. A côté du problème relatif à la parenté des Équidés asiatiques avec les Anes ou avec les Chevaux vrais, il reste donc aussi à achever d'élucider le degré de parenté ou les différences qui

existent entre les différentes formes de ces Équidés. C'est ce à quoi nous nous sommes occupé, ces dernières années, en nous consacrant, tout d'abord, à une étude ostéologique et ostéométrique aussi poussée que possible et généralisée à l'ensemble du squelette des principaux types d'Équidés asiatiques. Nos recherches relatives au Cheval de Prjewalski, à l'Hémione vrai, à l'Hémippe et à l'Onagre de l'Inde, ont fait l'objet de notes spéciales qui ont été publiées dans le *Bulletin du Muséum national d'Histoire Naturelle.* Les tableaux ci-joints résument les résultats obtenus et font ressortir leur signification par rapport aux tests ostéologiques et ostéométriques du Cheval et de l'Ane domestiques. En même temps qu'une comparaison facile avec ces deux types des différentes formes d'Équidés asiatiques, ils permettent de comparer ces formes entre elles et d'apprécier, au titre ostéologique au moins, leur parenté relative.

I. — Tableau comparatif de la longueur des os des membres chez le Cheval sauvage de Prjewalsky, l'Hémippe, l'Hémione et l'Onagre par rapport au Cheval et à l'Ane domestiques. [Les chiffres sont relatifs pour tous les animaux à une taille corporelle mesurée au sommet du garrot et ramenée à un mètre (1).]

ESPÈCES ANIMALES.	MEMBRE THORACIQUE.				MEMBRE ABDOMINAL.			
	Omoplate.	Humérus.	Radius.	Méta-carpien.	Coxal.	Fémur.	Tibia.	Méta-tarsien.
Cheval domestique........	0,231	0,196	0,225	0,150	0,285	0,245	0,225	0,182
Ane domestique	0,205	0,184	0,225	0,150	0,255	0,235	0,230	0,182
Cheval de Prjewalsky......	0,234	0,189	0,242	0,162	0,273	0,255	0,250	0,195
Hémippe................	0,225	0,193	0,239	0,182	0,285	0,251	0,252	0,219
Hémione	0,233	0,193	0,232	0,158	0,279	0,255	0,244	0,186
Onagre de l'Inde	0,216	»	»	»	0,293	»	»	»

En ce qui concerne le Cheval de Prjewalski, ces tableaux font ressortir la prédominance très nette des caractères ostéologiques caballins sur les caractères asiniens. Certains caractères caballins apparaissent même exagérés, hypercaballins, et affirment ainsi hautement la place élevée qu'occupe le Cheval de Prjewaslki au point de vue zoologique dans la série des Équidés en général et dans celle des Équidés asiatiques en particulier. On doit cependant noter chez lui quelques caractères ostéologiques asiniens indiscutables ainsi que quelques caractères à la limite des caractères asiniens et caballins des Équidés actuels. Parmi les caractères asiniens, celui de la présence ordinaire de cinq vertèbres lombaires seulement

(1) Les caractères *caballins* sont soulignés d'*un trait plein*; les caractères *hypercaballins*, de *deux traits pleins*. Les caractères *asiniens* sont soulignés d'*un trait pointillé*, les caractères *hyperasiniens* de *deux traits pointillés*. Les caractères *communs* ou *mixtes* sont soulignés d'un *double trait : plein* et *pointillé*.

chez le Cheval de Prjewalski, comme chez l'Ane, est certainement l'un des plus importants.

II. — Tableau comparatif des principaux indices ostéométriques de la colonne vertébrale, des membres et de la tête chez le Cheval sauvage de Prjewalsky, l'Hémippe, l'Hémione et l'Onagre par rapport au Cheval et à l'Ane domestiques (1).

	INDICES.	CHEVAL domestique.	ANE domestique.	CHEVAL de Prjewalsky.	HÉMIPPE.	HÉMIONE.	ONAGRE de l'Inde.
Colonne vertébrale.	1. Hauteur axis / Longueur	0,685	0,62	0,69	0,59	0,568	0,58
	2. Hauteur moyenne sacrum / Longueur	0,45	0,40	0,41	0,507	0,48	0,454
	3. Largeur sacrum / Longueur	< 1	> 1	< 1	= 1	> 1	< 1
Membre thoracique.	4. Largeur col omoplate / Largeur bord vertébral	0,365	0,31	0,353	0,36	0,40	0,35
	5. Largeur cavité glénoïde omoplate / Longueur cavité glénoïde	0,875	0,725	0,868	0,875	0,835	0,829
	6. Longueur humérus / Longueur radius	0,83 à 0,89	0,80	0,80	0,807	0,83	»
	7. Longueur métacarpe / Longueur radius	0,55 à 0,70	0,80	0,69	0,76	0,683	»
	8. Épaisseur radius / Largeur radius	0,775	0,675	0,705	0,678	0,665	»
	9. Longueur sommet à bec olécrâne / Longueur radius	0,245	0,215	0,25	0,238	0,233	»
	10. Longueur métacarpe / Longueur humérus	0,70 à 0,80	1	0,85	0,937	0,82	»
	11. Épaisseur métacarpe / Largeur métacarpe	0,70	0,60	0,71	0,813	0,73	»
	12. Largeur minimum 1re phalange / Longueur 1re phalange	0,40	0,40	0,466	0,359	0,346	»
	13. Largeur minimum 2e phalange / Hauteur 2e phalange	0,877	0,825	0,877	1,142	0,95	»
	14. Crête semi-lunaire à bord plantaire / Largeur totale 3e phalange	0,475	0,575	0,46	0,428	0,44	»
Membre abdominal.	15. Longueur ischium / Longueur ilium	0,57	0,64	0,70	0,730	0,59	0,666
	16. Largeur trochlée fémorale / Longueur trochlée fémorale	> 1	< ou = 1	> 1	> 1	> 1	»
	17. Largeur rotule / Hauteur rotule	> 1	< ou = 1	> 1	> 1	> 1	»
	18. Longueur tibia / Longueur fémur.	0,90 à 0,98	1,02 à 1,05	0,90	1	0,87	»
	19. Longueur métatarse / Longueur fémur	0,69 à 0,77	0,77 à 0,78	0,78	0,87	0,66	
	20. Épaisseur métatarse / Largeur métatarse	0,75	0,80	0,83	0,874	0,962	»
Tête.	21. Longueur crâne / Longueur tête	0,33	0,37	0,353	0,301	0,354	0,344
	22. Longueur crâne / Longueur face	0,45 à 0,50	0,55 à 0,60	0,54	0,432	0,55	0,521
	23. *Angle facial*	11 à 13°	12 à 16°	12°,5	12°,5	12°,5	»
	24. *Capacité cranienne*	150 à 200 cc.	150 cc.	398 cc.	300 cc.	280 à 300 cc.	»

(1) Les *caractères caballins* sont soulignés d'*un trait plein* ; les *caractères hypercaballins*. de *deux traits pleins*. Les *caractères asiniens* et *hyperasiniens* sont soulignés de même, en *traits pointillés, simples* ou *doubles*. Les caractères *communs* ou *mixtes* sont soulignés d'un *double trait, plein* et *pointillé*.

Quant à l'Hémione, nos tableaux traduisent les caractères ostéométriques indécis du squelette de cet équidé et un mélange assez confus de caractères caballins et asiniens avec une prédominance des caractères caballins qui s'affirme dans le tableau I. On remarque cependant une certaine tendance à des groupements régionaux de ces caractères. C'est ainsi que le squelette du tronc, colonne vertébrale et thorax, est nettement asinien, alors que celui des membres est, dans l'ensemble, plus orienté vers les formes caballines que vers les formes asiniennes. Quant à la tête, elle participe dans sa forme générale, dans ses particularités et dans ses dimensions, des caractères caballins et asiniens, avec une certaine prédominance et parfois une accentuation de certains de ces derniers.

Pour ce qui est relatif à l'Hémippe, nos tableaux permettent de constater qu'à côté de quelques caractères asiniens tels que les indices métacarpo-huméral, métacarpo-radial, tibio-fémoral, métatarso-fémoral, ischio-ilial, hauteur-longueur de l'axis, rapport largeur-longueur de la première phalange, il existe manifestement une majorité de caractères caballins ou même hypercaballins. Parmi ces derniers, il faut remarquer : la largeur relative du col de l'omoplate, la forme et les dimensions de la cavité glénoïde de cet os, l'allongement de l'olécrâne, les dimensions de la trochlée fémorale et de la surface articulaire de la rotule, l'élévation de l'épine sacrée, l'épaisseur relative du métacarpien et du métatarsien principal, la forme particulière de la troisième phalange, la forme générale de la tête, la brièveté relative du crâne. Les faits ainsi mis en évidence permettent de considérer que, quant au squelette au moins, l'Hémippe se rapproche manifestement plus des Chevaux que des Anes vrais. Il paraît même s'interposer, très nettement, entre le Cheval sauvage de Prjewalski et l'Hémione, et l'appellation d'Hémippe ou demi-Cheval, que lui avait donnée I. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, paraît être parfaitement justifiée.

Les faits relatifs aux Onagres dont nos tableaux font état se rapportent seulement à l'Onagre de l'Inde (*Eq. onager indicus*). Quoique moins nombreux que ceux que nous rapportons, pour les autres espèces, ils font ressortir, à côté de caractères mixtes, un certain nombre de caractères nettement asiniens et de caractères non moins formellement caballins. Quant au squelette au moins, l'Onagre de l'Inde ne paraît donc pas, plus que l'Hémione et que l'Hémippe, se rattacher aux Anes vrais et ne peut être considéré comme tel.

***

L'étude ostéologique et ostéométrique des Équidés asiatiques, reprise par nous sur des bases nouvelles, confirme en les précisant les résultats auxquels était déjà arrivé GEORGES et affirme la nature assez particulière de ces Équidés. Si certains, comme les Onagres, se rapprochent des Anes par leur squelette, sans en présenter cependant tous les caractères, d'autres, comme les Hémippes, s'éloignent manifestement des ânes pour se rapprocher des Chevaux vrais, alors que les Hémiones et les Kiangs offrent à la fois des caractères asiniens et caballins. Il n'est pas d'ailleurs jusqu'au Cheval de Prjewalski dont on ne peut cependant nier la nature caballine, qui ne présente lui aussi quelques caractères squelettiques asiniens. En présence de telles constatations, il nous paraît désormais impossible de continuer à considérer les Équidés asiatiques comme des asiniens et à les classer dans un

sous-genre *Asinus*. Si la conception d'un groupe d'Hémioniens à titre de genre, sous-genre, ou simplement d'espèce, paraît plus rationnelle, cette manière de voir n'est pas non plus complètement satisfaisante. Selon nous, en effet, elle rapproche dans le même groupe des formes assez différentes telles que l'Hémippe et l'Onagre de l'Inde, et, peut-être, la logique obligerait-elle d'y incorporer aussi le Cheval de Prjewalski. Dans ces conditions, afin de rester dans la vérité des faits actuellement connus, il nous paraîtrait rationnel, jusqu'à plus ample information, de laisser au Cheval de Prjewalski, à l'Hémippe, à l'Hémione et à l'Onagre, dans le genre *Equus*, la valeur de types spécifiques distincts. La classification des Équidés asiatiques pourrait alors s'établir de la façon suivante dans le cadre de la classification générale des Équidés.

GENRE « EQUUS »

Sous-genre « EQUUS ».	*Equus caballus.*	*Eq. caballus Prjewalski*, Poliakow.
	Equus hemippus.	I. Geoff. Saint-Hilaire.
	Equus hemionus.	*Eq. hemionus hemionus*, Pallas.
		— *hemionus kiang*, Moorcroft.
	Equus Onager.	*Eq. onager onager*, Pallas.
		— *onager indicus*, Sclater.
Sous-genre « ASINUS ».	*Equus asinus.*	*Eq. asinus asinus* L.
		— — *africanus*, Fitzinger.
		— — *somaliensis*, Noack.
Sous-genre « DOLICHOHIPPUS ».	*Equus Grevyi.*	*Eq. Grevyi Greyvi*, Oustalet.
Sous-genre « HIPPOTIGRIS ».	*Equus zebra.*	*Eq. zebra, zebra* L.
		— *zebra hartmanæ* Matschie.
	Equus couagga.	*Eq. couagga granti*, Winton.
		— *couagga Chapmani*, Layard.
		— *couagga Burchelli*, Gray.
		— *couagga couagga*, Gm.

Une telle manière d'envisager la classification des Équidés asiatiques aurait l'avantage de réserver l'avenir et de permettre, soit pour la confirmer, soit pour la modifier ou pour l'infirmer, le contrôle de ce que la splanchnologie, la sérologie ou la génétique de ces espèces pourraient nous permettre de relever encore à leur sujet.

BIBLIOGRAPHIE

BEDDARD, Mammalia (*The Cambridge natural History*, vol. X, 1902, Londres).

BOURDELLE, Notes ostéologiques et ostéométriques sur le Cheval de Prjewalsky (*Bull. du Mus. d'Hist. nat.*, t. IV, 1932, nº 7, p. 810).

— Notes ostéologiques et ostéométriques sur les Hémiones (*Bull. du Mus. d'Hist. nat.*, t. IV, 1932, nº 8, p. 943).

— Notes ostéologiques et ostéométriques sur l'Hémippe de Syrie (*Bull. du Mus. d'Hist. nat.*, t. V, nº 6, 1933, p. 435).

— La position zoologique de l'Hémippe de Syrie parmi les Équidés, principalement par rapport à l'Hémione et au Cheval de Prjewalski d'après les caractères du squelette (*C. R. du LXVIe Congrès des Soc. savantes*, 1933).

BLANFORD, The *Fauna of British India (Mammalia)*, 1888-1891, Londres.

CHAUVEAU, ARLOING et LESBRE, *Anatomie comparée des Animaux domestiques*, 5e édition 1905, Librairie Baillière, Paris.

CUVIER (G.), Les Mammifères, 1823.

FLOWER, *Mammals living and extinct.*, 1901, Londres.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE (E.), *Annales du Muséum d'Hist. nat.*, IV, 1804.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE (I.), *C. R. de l'Acad. des Sc.*, 1855, t. XLI, p. 1214.

— *Ann. du Mus. d'Hist. nat.*, IV, p. 77, Pl. VIII.

GEORGES, Études zoologiques sur les Hémiones et quelques autres espèces chevalines (*Ann. des Sc. nat.*, 1869).

GRAY, *Catal. Pach.*, 1869, p. 271.

— *Proceeding Zoological Society*, 1849, p. 29.

LESBRE (F.-X.), Études hippométriques (*Rev. de Méd. vétér. et de Zootech. de l'École vétérinaire de Lyon*, 1894).

— *Précis d'extérieur des animaux domestiques*, 3e édition, 1930, Librairie Vigot, Paris.

LESBRE et PANISSET, Application de l'Anatomie à l'inspection des viandes de boucherie (*Bull. de la Soc. des Sc. vétér. de Lyon*, 1910, p. 185).

LYDEKKER, Notes on the specimens of Wild asses in english collections (*Novitates*, 1904, t. XI, p. 583).

— *Catalogue of ungalates*, t. V, p. 12.

OUSTALET, Le Cheval de Prjewalski (*Bull. Mus.*, 1902, p. 244).

POCOCK, *Annals and Magazine of Natural History*, série 8, vol. IV, 1909, p. 526.

SCLATER, *Proceeding Zoological Society*, Londres, 1862, p. 262.

TROUESSART, *Catalogus mammalium* (1898-1905). — Le Cheval sauvage de Dzoungarie (*La Nature*, 1890, p. 319 ; *Le Naturaliste*, 1902, p. 209).

Notice sur les

Spécimens naturalisés d'Oiseaux éteints

exi-tant dans les collections du Muséum

Par M. J. BERLIOZ

Sous-Directeur du laboratoire de Zoologie des Mammifères et Oiseaux.

En 1893, à l'occasion du centenaire de la fondation du Muséum, A. MILNE-EDWARDS et E. OUSTALET ont publié une remarquable étude (1) sur les particularités historiques et morphologiques de six spécimens d'Oiseaux figurant dans les collections du Muséum et précieux entre tous, puisqu'ils représentent quelques espèces des plus rares parmi celles dont on connaissait alors l'extinction survenue au cours du dernier siècle. Quarante ans ont passé depuis la parution de ce travail, et, durant cette période, le monde savant a eu le regrettable privilège d'enregistrer encore l'extinction d'autres nombreuses formes aviennes. C'est là malheureusement un des aspects de cette inquiétante et hâtive destruction de la nature, qui se précipite au cours des années présentes et qui, devant tant de fausses espérances de la vie moderne, préoccupe singulièrement tous les esprits soucieux de l'avenir.

En considération de tels événements, les principaux établissements d'Histoire naturelle du monde entier, ceux surtout qui, comme le Muséum de Paris, se flattent d'un passé déjà ancien et ont contribué à la naissance des grandes collections zoologiques, ont pris à cœur de mettre en valeur ces reliques des temps révolus et de conserver avec un soin particulièrement jaloux les spécimens d'un intérêt exceptionnel, car irremplaçables, qui sont confiés à leur sollicitude. Si le premier soin à donner à de telles raretés est de les soustraire à l'action de la lumière, principal facteur de destruction des collections publiques et aussi fatal aux animaux naturalisés que le développement de la colonisation l'est aux vivants, il est également nécessaire d'en faire connaître l'inventaire exact et périodique, qui permette d'aiguiller éventuellement les recherches des savants contemporains et futurs. C'est ce que

(1) Volume commémoratif du Centenaire de la Fondation du Muséum, 1893.

nous avons cherché à réaliser ici : depuis la publication du travail de MILNE-EDWARDS et OUSTALET, les collections du Muséum se sont enrichies de quelques précieuses dépouilles d'Oiseaux disparus, et surtout plusieurs spécimens qui, le siècle dernier, comptaient encore comme des représentants ordinaires d'espèces vivantes, ont dû être rayés de ce nombre pour figurer désormais parmi les plus notables reliques.

Juger de l'extinction absolue d'une espèce animale, surtout s'il s'agit d'un Oiseau bon voilier et migrateur, peut paraître un peu hasardeux, lorsqu'un certain laps de temps n'en a pas encore établi le critère. Le beau livre de lord ROTHSCHILD : *Extinct Birds* (1907), qui, l'un des premiers après MILNE-EDWARDS et OUSTALET, souligna l'intérêt exceptionnel du sujet, apporte plus d'une preuve de la fragilité de tels jugements. Néanmoins, les divers facteurs d'investigation et de contrôle, mis en œuvre sous cette impulsion, sont maintenant bien plus susceptibles que par le passé de nous éclairer sur l'équilibre vital d'une espèce avienne, surtout dans les territoires insulaires. Les spécimens cités dans ce travail sont donc ceux qui, dans les collections d'Oiseaux naturalisés du Muséum, représentent les espèces certainement éteintes à l'heure actuelle ; une mention pourra être faite néanmoins d'autres qui sont à la veille de le devenir également et qui peut-être même, sans que l'on puisse en être assuré, ont consommé déjà cette évolution fatale.

Dromiceius (1) *diemenianus* (Jennings) [= *Dromœus ater*, auct. plur.].

Patrie : Ile Decrès ou Kangourou (Australie du Sud).

Un spécimen ♀ ad., monté; mort à la ménagerie du Jardin des Plantes, en avril 1822. *Ce spécimen est unique au monde.*

Cet Oiseau fut, avec deux autres individus de la même espèce, rapporté vivant en 1804 par l'expédition navale du capitaine BAUDIN, et tous trois vécurent un certain temps à la Malmaison et à Paris. Il est plus que probable que, des deux autres, l'un est celui qui figure sous forme de squelette dans les collections du Muséum de Paris et l'autre sous forme de squelette également au Musée de Florence, en Italie.

Avec des ossements divers retrouvés plus récemment à l'île Decrès, les trois Oiseaux de l'expédition BAUDIN sont tout ce qui reste connu de leur espèce, en plus des dessins et des descriptions. Leur histoire les rend donc précieux entre tous. Si intéressante soit-elle, il me semble néanmoins superflu de la retracer ici, puisque non seulement la présentation en a été faite par MILNE-EDWARDS et OULTALET dans le travail précité (*loc. cit.*, p. 62), mais encore une étude critique et très approfondie en a été plus récemment publiée par les naturalistes australiens A. M. MORGAN et J. SUTTON (2). De cette étude, il ressort que l'Émeu de l'île Decrès, confondu bien à tort autrefois avec l'Émeu d'Australie, aurait été découvert en mars 1802 par le capitaine anglais FLINDERS, un peu avant l'expédition Baudin par conséquent, et qu'il était déjà certainement éteint en 1836, — ce qui explique aisément son extrême rareté parmi les collections zoologiques du monde.

(1) Cette dénomination et les autres adoptées dans ce travail sont celles qui figurent dans le plus récent traité de taxonomie générale des Oiseaux : « Check-list of Birds of the world », par PETERS, 1931-1934.

(2) *The Emu*, juillet 1928, pp. 1 et suiv.

Pinguinus impennis (Linné) [= *Alca impennis*, auct. plur.].

Patrie : rivages de l'Atlantique septentrional.

Un spécimen, ad., monté, provenant soi-disant d'Écosse, acquis en 1832.

Trois œufs, dont deux proviennent de Terre-Neuve.

Cet unique spécimen authentique naturalisé, que possède le Muséum, et ces trois œufs de Grand Pingouin, ont déjà fait l'objet d'une notice détaillée de la part de MILNE-EDWARDS et OUSTALET (*loc. cit.*) ; il est donc superflu d'y revenir ici (1). L'espèce, dont les derniers représentants semblent avoir été tués en 1844 à l'île Eldey (Islande), est d'ailleurs assez abondamment représentée dans les musées du monde.

Camptorhynchus labradorius (Gmelin) [= *Camptolaimus labradorius*, auct. plur.].

Patrie : côtes du Labrador et (en hiver) côte Atlantique du Canada et des États-Unis du Nord.

Un spécimen, ♂ ad., monté, donné au Muséum par MM. MILBERT et HYDE DE NEUVILLE, en 1810.

Quoique plus rare dans les musées que le Grand Pingouin, le Canard du Labrador, dont l'extinction est pourtant plus récente, y est encore représenté, selon l'ornithologiste américain A. C. BENT (2), par au moins 44 spécimens, la plupart dans les collections du Nouveau Monde. En France, en plus du spécimen cité ici, il en existe, paraît-il, un autre au Musée municipal d'Amiens ; le spécimen de Paris, bien qu'apparemment en assez bon état de conservation, est en fait assez défectueux, non seulement à cause de ses pattes, qui ne sont pas celles véritables de l'Oiseau, mais aussi de son montage, qui lui octroie une apparence générale plus petite que celle d'autres spécimens que j'ai vus dans des musées étrangers.

L'espèce était encore, il y a un siècle, assez abondante en migration sur la côte des État-Unis, mais en fait elle ne fut probablement jamais très commune, s'il faut en croire A. C. BENT, à qui l'on doit d'excellentes études sur la sauvagine de ce pays. Son extinction totale ne doit pas remonter probablement au delà de 1875 à 1880 et, comme pour les autres Oiseaux éteints de l'Amérique du Nord, les causes en restent assez obscures.

Cabalus modestus (Hutton).

Patrie : Iles Chatham (Nouvelle-Zélande).

Un spécimen, monté, acquis en 1894 de GERRARD, le marchand-naturaliste bien connu de Londres.

Ce spécimen, qui ne porte pas de mention du collecteur, doit probablement avoir fait

(1) Les proportions de notre étude devant rester très limitées, je crois bien inopportun d'y redonner des détails déjà connus quant aux six oiseaux, qui ont été l'objet du travail de MILNE-EDWARDS et OUSTALET, en 1893, à savoir : *Dromiceius diemenianus*, *Pinguinus impennis*, *Camptorhynchus labradorius*, *Alectrœnas nitidissima*, *Mascarinus mascarinus* et *Fregilupus varius*.

(2) Life Histories of North American Wild Fowl (*U. S. Nat. Mus.*, *Bull.*, 130, 1925, pp. 62-67).

partie de cette série de la même espèce recueillie par HAWKINS à l'île Mangare, que mentionne Lord ROTHSCHILD dans son ouvrage (*loc. cit.*, p. 128). L'espèce est relativement bien représentée dans les musées. Comme la plupart des autres petits Râles à ailes atrophiées, elle n'a pourtant pas survécu longtemps à sa découverte en 1872, puisqu'elle était alors déjà éteinte à la grande île Chatham, — où l'on a retrouvé des ossements, — et que trente ans plus tard elle n'existait probablement plus non plus à Mangare.

Coturnix Novæ-Zelandiæ Quoy et Gaimard.

Patrie : Nouvelle-Zélande.

Quatre spécimens, montés : 2 ♀♀ ad., types de l'espèce, rapportées par QUOY et GAIMARD, de l'expédition navale de l'*Astrolabe*, en 1829 ; ♂ et ♀ ad., rapportés en 1846 par J. VERREAUX de son voyage en Nouvelle-Hollande (il s'agit bien pourtant de l'espèce néo-zélandaise, et non de l'espèce autralienne voisine).

La Caille de Nouvelle-Zélande a été probablement exterminée entre 1870 et 1875. Elle est assez bien représentée, — bien qu'elle ait été essentiellement persécutée par les chasseurs, — dans les divers musées du monde.

Alectrœnas nitidissima (Scopoli).

Patrie : Ile Maurice (Mascareignes).

Un spécimen, ad., monté (en mauvais état), provenant du voyage de SONNERAT en 1781.

De l'étude très complète que MILNE-EDWARDS et OUSTALET ont consacrée à cet Oiseau (*loc. cit.*), le célèbre « Pigeon hollandais » de SONNERAT, il ressort que trois spécimens seulement de l'espèce existent au monde : un à Paris, un autre au musée d'Édimbourg, le troisième au musée de Port-Louis (Maurice), et que ce dernier est probablement cet individu qui, tué en 1826, fut sans doute le dernier représentant connu de l'espèce.

Ectopistes migratorius (Linné).

Patrie : Amérique du Nord.

Six spécimens, montés : 1 ♂, 2 ♀♀ ad., 2 juv., d'origine ancienne, diverse, et provenant des États-Unis (Virginie, Caroline, etc.), et 1 ♂ ad. (collection Marmottan), provenant soi-disant d'Europe (origine très suspecte).

Un spécimen, ♂ ad,. en peau, provenant de la collection Ross, à Toronto (Canada), sans précision de date.

L'histoire du Pigeon migrateur américain est trop fameuse pour qu'il soit utile de la rappeler ici. Son dernier représentant connu, une ♀, est mort le 1er septembre 1914, au Jardin zoologique de Cincinnati (États-Unis), après y avoir vécu en captivité pendant vingt-neuf ans (1). Bien que l'espèce ait été déjà presque éteinte dès la fin du siècle dernier,

(1) Voir *The Auk*, 1914, p. 566.

elle se trouve abondamment représentée dans de nombreuses collections publiques et privées, surtout en Amérique, ce qui tient évidemment à l'attention qu'elle a suscitée dans le monde scientifique depuis son rapide et inexplicable déclin.

Ara tricolor Bechstein.

Patrie : Cuba et (?) île des Pins.

Deux spécimens, ad., montés, d'origine incertaine : l'un d'eux, très ancien et en très mauvais état, est sans doute celui qui servit de type à la planche enluminée 641, de DAUBENTON, et à l'ouvrage de LEVAILLANT, base de la description de BECHSTEIN ; il doit donc être considéré probablement comme le « type » de l'espèce ; — l'autre, en assez bon état, est celui qui a été signalé par ROTHSCHILD dans son ouvrage et qui, donné par E. ROUSSEAU, serait mort à la ménagerie du Jardin des Plantes, à Paris, en 1842.

L'Ara de Cuba doit son extermination, comme les autres Perroquets des Antilles, surtout aux chasses acharnées dont il a été l objet. La date de son extinction reste incertaine : selon O. BANGS (ex. : ROTHSCHILD, *loc. cit.*), le dernier spécimen connu avec certitude aurait été tué en 1864. Pourtant, dix ans plus tard, le naturaliste J. GUNDLACH (1), qui connaissait bien la faune de Cuba pour y avoir séjourné longtemps, était d'avis que l'espèce subsistait encore, en condition assez précaire, dans certaines régions de l'île. Plus tard encore, en 1889, C. B. CORY (2) publiait la même opinion ; mais ces assertions ne reposent sur aucune donnée positive. Dans son bel ouvrage (3), Th. BARBOUR, le plus récent spécialiste de la faune cubaine, exprime cet avis que l'espèce, propre à l'Ouest de Cuba, ne dut jamais être abondante et qu'en 1850 elle était déjà très raréfiée. Le nombre des spécimens subsistant dans les musées ne doit pas être considérable : BARBOUR en mentionne trois dans les musées des États-Unis et un autre à Cuba ; il en existe en Europe au moins sept ou huit connus, et probablement quelques autres qui n'ont pas été recensés ; mais je serais étonné que le nombre total dépassât une quinzaine.

Conuropsis carolinensis (Linné).

Patrie : États-Unis d'Amérique (dans les régions de l'Est, du Sud-Est et du Centre).

Deux spécimens, ad., montés ; l'un mort à la ménagerie du Jardin des Plantes, en 1818 ; l'autre, de provenance incertaine, donné par Mr. TRÉCUL en 1849.

Deux spécimens, ♀ ♀ ad., en peau ; l'un, sans renseignement, figurant dans l'ancienne collection BOUCARD ; l'autre, acquis en 1914 du naturaliste londonien ROSENBERG et collecté par A. M. NICHOLSON, près de « Hells Bay » (? ? Louisiana), le 16 février 1895. Cette localité nous est inconnue.

Cette fort belle Perruche, si abondante autrefois dans la vallée du Mississipi et en Floride, a commencé, semble-t-il, à décliner sensiblement entre 1850 et 1860. On eût pu

(1) *Journal für Ornithologie*, 1874, p. 163.
(2) *The Birds of the West Indies*, 1889, p. 178.
(3) *The Birds of Cuba*, 1923, p. 80.

espérer du moins que la captivité l'eût préservée de l'extermination absolue, car elle dut être souvent recherchée comme Oiseau de volière, et, selon l'ornithologiste O. WIDMANN (1), elle existait encore probablement vers 1900 (mais un seul individu) au Jardin zoologique de Hambourg. Il n'en a rien été, et, bien que la plupart des listes officielles américaines ne la rangent pas encore parmi les espèces totalement disparues, son extinction ne saurait plus, je crois, faire aucun doute maintenant. Conséquence fatale du défrichement et de la chasse, cette extinction, rapidement consommée, a été suivie de près par les observations des ornithologistes américains. En 1888, W. W. COOKE (2) signalait déjà une régression très inquiétante de la Perruche dans la vallée du Mississipi. En 1916, dans son vaste ouvrage (3), R. RIDGWAY la mentionne comme « totalement exterminée, sauf *peut-être* en certains points sauvages et inhabités de Floride, de Louisiane et d'Arkansas ». Depuis cette époque, aucune observation positive n'est venue, à ma connaissance, confirmer l'hypothèse de cette survivance, et, en 1931, A. W. BUTLER (4), résumant les dernières observations faites en Floride au sujet de cette espèce, paraît marquer que le dernier signalement visuel précis remonterait à 1909. Donc, l'Oiseau ne s'étant pas maintenu en captivité, il y a tout lieu de penser qu'il n'existe plus à l'heure actuelle ; mais il figure, bien entendu, abondamment dans beaucoup de musées et de collections privées, surtout en Amérique.

Mascarinus mascarinus (Linné).

Patrie : Ile de La Réunion.

Un spécimen, ad., monté (en mauvais état), d'origine incertaine.

Ce spécimen, très ancien et sans doute contemporain du « Pigeon hollandais » de SONNERAT, est celui qui a servi, comme l'Ara tricolore précité, de modèle aux planches originales de DAUBENTON et de LEVAILLANT : c'est donc le « type » de l'espèce. Celle-ci, éteinte depuis au moins un siècle, est l'un des plus rares Oiseaux connus, puisque l'on n'en signale plus au monde que deux spécimens naturalisés : l'un au Muséum de Paris, l'autre au Muséum de Vienne. Le dernier spécimen de ce Perroquet Mascarin que l'on ait connu vivant est probablement celui qui figura dans la ménagerie du roi de Bavière, vers 1834, mais qui ne fut pas conservé après sa mort.

Miro Traversi Buller.

Patrie : Iles Chatham (Nouvelle-Zélande).

Deux spécimens, ad., montés, acquis en 1894 du naturaliste londonien GERRARD (probablement de même provenance que le *Cabalus modestus* précédemment cité).

Un spécimen, ad., en peau, acquis en 1896 par un échange avec le Musée de Tring et collecté par H. PALMER en 1890.

(1) *A preliminary Catalog of the Birds of Missouri*, 1907, p. 115.
(2) *U. S. Departm. of Agric., Bull.* n° 2, 1888, p. 124.
(3) *U. S. Nat. Mus., Bull.* n° 50 (Birds of N. and M. Amer., VII), pp. 143 et suiv.
(4) *The Auk*, 1931, p. 438.

Selon ROTHSCHILD (*loc. cit.*, p. 15), qui obtint de son collecteur PALMER une bonne série de cet Oiseau, le Gobe-Mouche noir des îles Chatham aurait subi le même sort que le Râle du même archipel, *Cabalus modestus*, et que la Fauvette, *Bowdleria rufescens*. Tous ces Oiseaux, qui semblent n'avoir survécu quelque temps qu'à l'île Mangare, ont probablement été exterminés à peu près vers la même époque.

Bowdleria rufescens (Buller).
Patrie : Iles Chatham.

Deux spécimens, ad., en peau, collectés également par H. PALMER en 1890 ; l'un acquis en 1896 par le même échange avec le Musée de Tring que le précédent et l'autre dans l'ancienne collection Boucard.

Drepanis pacifica (Gmelin).
Patrie : Ile Hawaï (I. Sandwich).

Deux spécimens, ad., en peau, en très mauvais état tous deux.

Ces deux Oiseaux faisaient partie de la remarquable collection des îles Sandwich, qui fut rapportée au Muséum par M. BAILLEU, en 1877. Leur très mauvaise préparation (les deux dépouilles sont incomplètes) est particulièrement regrettable, car, à cette époque, l'espèce existait encore, quoique sans doute déjà très raréfiée.

Selon ROTHSCHILD (*loc. cit.*, p. 31), qui put constituer une collection hors pair des Oiseaux des îles Sandwich (toute sa collection appartient maintenant au Musée de New-York), les derniers spécimens de « Mamo », — nom indigène du *Drepanis*, — auraient été observés vivants en 1898 et 1899, date approximative de l'extinction de l'espèce. Il est assez curieux que, malgré cette date récente, l'espèce soit assez pauvrement représentée dans les musées. On sait que son extermination est due en grande partie aux chasses effrénées que lui firent les indigènes d'Hawaï pour la confection des fameux vêtements de plumes.

Heterorhynchus lucidus (Lichtenstein).
Patrie : Ile Oahu (I. Sandwich).

Trois spécimens, montés : 1 ♂, 2 ♀♀ ad.

Ces trois Oiseaux proviennent tous de l'expédition navale de la *Vénus*, sous le commandement de l'amiral DUPETIT-THOUARS. Ils ont été donnés au Muséum en 1839, un couple ♂ et ♀ par M. NEBOUX, qui en fait précisément mention dans son article (1), et le troisième sans doute par M. FILLEUX, bien qu'il ne figure pas sur la liste du registre officiel parmi les objets donnés par ce dernier. Ce sont des cotypes du *Melithreptus olivaceus* de LA FRESNAYE (2), dont le type est conservé, ainsi que presque tous ceux de cet auteur, au Muséum de Cambridge, Massachusetts (État-Unis).

(1) *Revue zoolog.*, 1840, p. 289.
(2) *Revue zoolog.*, 1839, p. 293 (cette référence bibliographique, antérieure à la planche du même auteur, a été généralement méconnue).

Cette espèce de Drépanididé vivait en abondance, semble-t-il, au dire de ses collecteurs, vers 1838. La date exacte de son extinction n'est pas connue, et il ne semble pas que ses représentants soient bien nombreux dans les divers musées du monde, où elle a été parfois confondue avec des espèces voisines, encore survivantes.

Himatione sanguinea Fraithi Rothschild.

Patrie : Ile Laysan (I. Sandwich).

Un spécimen, ♂ ad., en peau, collecté par Max SCHLEMMER à Laysan, le 23 mai 1907.

Ce spécimen a été aimablement donné en échange au Muséum de Paris par le Dr Th. BARBOUR, directeur du Muséum de Cambridge, Massachusetts (États-Unis), en 1932.

Tandis que la race typique d'*Himatione sanguinea* est l'un des Drépanididés qui se sont le mieux maintenus dans les îles Sandwich, la race locale insulaire de Laysan, qui en diffère surtout par ses proportions bien plus faibles et qui ne fut décrite qu'en 1892, s'est éteinte déjà vers 1924 (1), soit un peu plus de trente ans seulement après sa découverte.

Moho apicalis Gould.

Patrie : Ile Oahu (I. Sandwich).

Un spécimen, ♀ ad., monté, acquis par un échange avec la Faculté des Sciences de Paris, en 1834.

Ce spécimen, en excellent état de conservation, et dont ROTHSCHILD paraît avoir méconnu l'existence pour le recensement publié dans son ouvrage (*loc. cit.*, p. 27), a une origine très obscure : les anciens registres officiels des collections mentionnent, à côté de l'échange signalé et intervenu le 4 novembre 1834, le nom de M. BOTTA ; mais il n'est guère possible de savoir le rôle que joua, dans l'obtention de ce spécimen, celui qui fut, vers la même époque, l'explorateur bien connu de l'Arabie et de l'Éthiopie.

L'espèce, très caractérisée et particulière à l'île Oahu, paraît être restée toujours une grande rareté dans les musées. Selon ROTHSCHILD, elle serait d'ailleurs déjà éteinte depuis près d'un siècle, puisque les derniers exemplaires connus vivants auraient été ceux récoltés par DEPPE en 1837. Ces derniers, qui appartiennent au Muséum de Berlin, les deux types du Muséum de Londres et un troisième spécimen qui est passé du Muséum de Londres à celui de Tring (et sans doute maintenant à New-York, par conséquent), sont probablement, avec le spécimen de Paris, tout ce que l'on connaît de cet Oiseau à l'heure actuelle.

Moho nobilis (Merrem).

Patrie : Ile Hawaï (I. Sandwich).

Quatre spécimens, ad., montés, et douze spécimens en peau.

(1) Voir J. DELACOUR, *L'Oiseau et Revue franç. d'Orn.*, 1928, p. 221.

Selon J. Delacour (1), qui visita, il y a peu d'années, les îles Sandwich, cette espèce de Moho serait aussi probablement éteinte actuellement; mais son extinction, résultat des chasses inconsidérées dont elle a été l'objet, serait toute récente. Aussi est-elle abondamment représentée dans tous les musées. La belle série du Muséum de Paris provient en partie du voyage de Bailleu (1877) ; le plus récemment collecté de ces spécimens est celui qui le fut en septembre 1892, par Scott B. Wilson, à Hawaï.

Fregilupus varius (Boddaert).

Patrie : Ile de la Réunion.

Deux spécimens, ad., montés : l'un, très ancien et en très mauvais état, d'origine incertaine ; l'autre, envoyé par M. de Nivoy, en 1833.

Un spécimen, en alcool, envoyé par M. Desjardins, en 1839. (Un second spécimen en alcool, de même provenance, a été donné en échange au Muséum de New-York, en 1932.)

En sus des ouvrages cites dans ce travail, une excellente étude a été publiée récemment au sujet de cet Oiseau par M. Legendre (2). D'après cet auteur, la Huppe de Bourbon a dû probablement être exterminée entre 1840 et 1860, et il n'en existe plus à l'heure actuelle que 23 ou 25 spécimens connus dans le monde entier. Ceux du Muséum de Paris sont malheureusement soit assez médiocres, soit même en très mauvais état ; il en existe en France cinq autres, montés, quatre au Musée de Troyes et un au Musée de Caen.



A la suite de ces espèces, dont l'extinction n'est que trop sensible, quelques autres méritent aussi d'être mentionnées, au sujet desquelles un doute peut subsister encore actuellement, si l'on considère leur mode de vie, soit largement migrateur, soit au contraire confiné dans des régions forestières peu accessibles ; ces deux conditions rendent en tout cas leur extermination moins évidente, si elle existe. Telles sont :

Numenius borealis (Forster).

Patrie : l'extrême Nord du continent américain ; émigrant pour l'hiver, à travers les Antilles, dans toute l'Amérique du Sud jusqu'en Patagonie.

Sept spécimens, ad., montés, d'origines et de provenances diverses (Antilles, Mexique, Paraguay, etc.) ; captures anciennes.

Deux spécimens, ad., en peau : l'un sans renseignement, l'autre provenant du Paraguay et donné par M. Cochelet en 1868.

Le Courlis esquimau, très abondant encore il y a un siècle, est virtuellement éteint maintenant, et son déclin rapide est comparable à celui du Pigeon migrateur. Selon les plus

(1) *L'Oiseau et Revue franç. d'Orn.*, 1928, p. 245.
(2) *L'Oiseau et Revue franç. d'Orn.*, 1929, pp. 645-654 et 729-743.

récentes données de l'ornithologiste américain R. C. MURPHY (1), des spécimens de cet Oiseau auraient encore été collectés avec certitude en Argentine, en janvier 1925, et lui-même en aurait probablement vu, le 15 septembre 1932, quatre spécimens, à Montauk Point (État de New-York).

Cyanorhamphus erythronotus (Kuhl).

Patrie : Iles de la Société (Polynésie).

Un spécimen, ad., monté, de l'île Tahiti (environs de Port-Phaeton, isthme de Taravao ou Taïrabou), rapporté en 1844 par le lieutenant J. DE MAROLLES et donné par lui au Muséum en 1845.

Ce spécimen, en bon état de conservation, est celui qui servit de « type » à la description du *Conurus Phaeton* par O. DES MURS (2). Avec le « type » de l'espèce, qui appartient au British Museum, ce serait, selon ROTHSCHILD (*loc. cit.*, p. 69), tout ce qui resterait connu de cette Perruche, qu'il considère éteinte tout à fait. Cette assertion est peut-être un peu audacieuse ; mais, de même que pour beaucoup d'autres Oiseaux d'Océanie, trop de facteurs d'observation manquent pour que l'on soit nettement fixé sur son sort.

Il se pourrait de même fort bien qu'une autre charmante espèce de Perruche de Tahiti, le *Coryphilus peruvianus* (Müll.), ait subi le même sort que la précédente, quoique plus récemment, et n'y existe plus maintenant ; mais sans doute s'est-elle maintenue encore aux îles Tuamotou, où elle habitait également.

Coua Delalandei (Temm.).

Patrie : côte Nord-Est de Madagascar et (autrefois) île Sainte-Marie.

Deux spécimens, ad., montés, de Madagascar : l'un, « type » de la planche de TEMMINCK et par conséquent de l'espèce, rapporté par DELALANDE en 1820 ; l'autre envoyé par BERNIER en 1834.

Certaines divergences de vue (3) ont été exprimées au sujet de la survivance éventuelle de cet Oiseau, dont l'habitat semble avoir été toujours très circonscrit. Aucune investigation récente à Madagascar n'est en tout cas venue la confirmer de façon positive ; il est donc fort probable qu'on doit le considérer comme virtuellement, sinon complètement, éteint à l'heure actuelle. Le nombre des spécimens naturalisés connus dans les musées paraît très restreint : en Europe, on n'en signale guère que deux au British Museum, en plus de ceux de Paris.

(1) *The Auk*, 1933, p. 101.
(2) *Revue zoolog.*, 1845, p. 449.
(3) Voir, à ce sujet :
J. DELACOUR, *L'Oiseau et Revue franç. d'Orn.*, 1932, p. 84.
L. LAVAUDEN, *Bull. du Muséum*, 1932, p. 639.

Campephilus principalis (Linné).

Patrie : Sud-Est et Centre des États-Unis d'Amérique.

Deux spécimens, ♀♀ ad., montés : l'un, sans provenance précise; l'autre, de la Caroline du Sud, envoyé par M. LHERMINIER en 1819.

Comme la Perruche de la Caroline, et presque exactement dans le même habitat géographique, le Pic princier a subi depuis le milieu du siècle dernier une rapide diminution, du fait surtout de la destruction des forêts. Déjà, en 1914, RIDGWAY (*loc. cit.*, t. VI, p. 168) le considérait comme exterminé de partout, sauf peut-être en Floride et en Louisiane. Je ne connais aucun signalement récent de cet Oiseau ; mais son mode de vie, retiré au sein de forêts peu visitées, laisse encore planer quelque incertitude sur son sort, qui n'a pu être suivi avec autant de précision relative que celui de la Perruche.



On doit regretter que bien d'autres espèces aviennes, récemment éteintes, surtout parmi celles de la région néo-zélandaise, n'aient pu être représentées dans les collections du Muséum de Paris (1). Les faunes insulaires tout particulièrement s'appauvrissent, à l'époque actuelle, avec une rapidité telle que beaucoup de leurs représentants indigènes peuvent être considérés en voie prochaine d'extermination totale, à moins que l'élevage en captivité n'en perpétue la survivance — ce qui n'est pas toujours possible — ou que les pouvoirs publics n'en prennent très énergiquement la défense, comme ce fut le cas pour la Colombe rousse de l'île Maurice, *Nesœnas Mayeri* (2). Nous ne saurions donc citer ici toutes les espèces des Antilles, des Mascareignes, des Seychelles, des îles océaniennes et surtout des îles Sandwich, dont l'existence vitale est sévèrement menacée, mais dont les dépouilles pourront du moins être précieusement conservées dans les musées.

Le Muséum de Paris possède un certain nombre de ces raretés. Pour ne mentionner que celles qui figurent, un peu arbitrairement peut-être, dans le livre de ROTHSCHILD, — seul ouvrage d'ensemble traitant des Oiseaux éteints, — je rappellerai donc seulement (3) : le Pétrel des Antilles, *Pterodroma hasitata* (Kuhl) [quatre spécimens, montés] ; la Colombe de l'île Maurice, *Nesœnas Mayeri* (Prév. et Kn.) [six spécimens, montés]; la Perruche à collier de Maurice, *Psittacula echo* (Newt.) [six spécimens, 2 ♂♂, 4 ♀♀, montés], et celle des Seychelles, *Psitt. Wardi* (Newt.) [un spécimen, monté]. A côté de ces Oiseaux, un certain nombre d'autres spécimens des îles Mascareignes et surtout de Drépanididés des îles Sandwich, tous extrêmement menacés dans leur existence, mériteraient encore une mention. On peut espérer du moins, puisque l'on a mesuré l'urgence du péril qui menace ces espèces, que leur destin bénéficiera assez longtemps encore de mesures protectrices sévères, susceptibles d'en retarder, sinon d'en modifier, l'évolution.

(1) La citation dubitative exprimée par ROTHSCHILD dans son ouvrage (*loc. cit.*, p. 9) au sujet du *Chaunoproctus ferreorostris* (Vig.) est malheureusement dépourvue de fondement : le Muséum de Paris ne possède aucun spécimen de ce rare Fringillidé éteint, de l'île Bonin (Japon).

(2) Voir, à ce sujet, MEINERTZHAGEN, *The Ibis*, 1912, p. 95.

(3) Deux oiseaux polynésiens mentionnés dans cet ouvrage : un Gobe-Mouche, *Pomarea nigra* (Sp.), et un Bécasseau, *Æchmorhynchus cancellatus* (Gmel.), dont le Muséum de Paris possède aussi des spécimens, ont été retrouvés, par de récentes missions scientifiques américaines, vivant encore en abondance dans certaines îles du Pacifique.

Les Recherches sur les Groupes Sanguins et le Problème de l'Espèce

Par P. RODE
Assistant au Laboratoire de Zoologie des Mammifères.

La systématique zoologique actuelle, basée sur les caractères morphologiques externes et certains caractères anatomiques, n'offre pas souvent la stabilité nécessaire aux travaux de détermination, et les discussions nombreuses qui interviennent entre les auteurs sur la position spécifique ou subspécifique de certains animaux en est la meilleure preuve.

La ressemblance entre les individus et celle des descendants avec les parents n'est évidemment pas le seul élément qui doit entrer en ligne de compte pour la diagnose d'une espèce. Il n'existe aucun critère infaillible, et seul un ensemble de caractères bien choisis a plus de chances d'approcher de la vérité qu'un seul élément.

Rien ne doit être négligé pour arriver à résoudre ce difficile problème, et nous pensons qu'il faut rechercher dans les techniques nouvelles et très précises que peuvent nous fournir les sciences physico-chimiques des méthodes capables d'augmenter nos moyens d'investigation.

Les résultats remarquables obtenus depuis quelques années par les travaux sur les groupes sanguins dans le domaine médical et anthropologique pourront peut-être nous aider à rechercher dans le sang de l'animal un élément de détermination non négligeable.

Sur l'initiative et la direction de M. le professeur Bourdelle, directeur du Laboratoire de zoologie et de la Ménagerie des Mammifères et des Oiseaux au Muséum, et avec l'aide et les conseils de M. le Dr Dujarric de La Rivière, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, et du Dr Kossovitch, spécialisé depuis longtemps dans l'étude des groupes sanguins, nous avons installé un petit laboratoire de sérologie destiné à l'application des méthodes modernes de séro-diagnostic.

C'est, à notre connaissance, le premier essai de ce genre qui ait été tenté pour une orientation nouvelle de la zoologie systématique. Nous abordons maintenant la question non plus uniquement du point de vue morphologique, mais du point de vue physiologique.

Cette méthode implique, d'ailleurs, nécessairement, la comparaison de nos résultats avec ceux qui nous sont fournis par les procédés classiques de détermination.

Nous appliquons dans nos recherches le principe suivant, qui est à la base des travaux sur les groupes sanguins :

« Le sérum d'un animal d'une espèce déterminée est capable d'agglutiner les globules rouges d'un animal d'une autre espèce. » C'est ce qu'on appelle l' « hétéro-agglutination ».

Il existe en outre dans le sang normal des animaux un pouvoir agglutinant pour les globules de certains individus considérés comme appartenant à la même espèce : c'est l' « iso-agglutination ».

Iso-agglutination et hétéro-agglutination, qui ont été souvent opposées, nous paraissent être des phénomènes purement identiques et, dans nos recherches, afin de ne pas préjuger de la position spécifique des individus entre lesquels se produit la réaction, nous n'emploierons que le terme général d' « agglutination », puisque nous cherchons précisément à caractériser les espèces par ce procédé.

Une mise au point de la question est nécessaire afin de nous permettre d'exposer nos résultats, et nous allons successivement envisager : l'état actuel des recherches chez l'Homme et chez les animaux domestiques et les faits que nous avons observés chez les animaux sauvages.

I. — État actuel de la question des groupes sanguins.

Depuis les travaux de LANDSTEINER, DECASTELLI-STURLI, JANSKY et MOSS, DUNGERN et HIRSZFELD, on reconnaît, dans l'espèce humaine, quatre groupes sanguins désignés par les lettres O, A, B, AB.

Le groupe sanguin d'un individu donné est un caractère fixe, indépendant de l'état de santé et transmissible à ses descendants suivant les lois de MENDEL.

Par l'établissement d'un indice biochimique des races, indice calculé par un rapport entre les nombres des individus des différents groupes, OTTENBERG a pu classer les peuples du monde en six types anthropologiques :

I. Type européen.
II. Type arabe, turc, russe.
III. Type afro-sud-asiatique.
IV. Type indo-mandchou.
V. Type hunan.
VI. Type pacifico-américain.

En présence de ces résultats, il est nécessaire de ne pas perdre de vue qu'il s'agit là d'un classement actuel, résultat d'un mélange extraordinaire des races primitives. C'est précisément en raison de ce mélange des races que l'étude de l'Homme en tant qu'espèce est très difficile. Cependant, grâce aux recherches sur les groupes sanguins de quelques milliers d'individus et à l'établissement de l'indice d'OTTENBERG, on a pu suivre l'évolution et le mélange des races.

Chez les animaux domestiques, on se trouve en présence du même problème. Dans le

cadre d'une même espèce domestique, — le terme espèce, dans ce cas, est du reste impropre, car les nombreuses races domestiques créées et modifiées par l'Homme pour ses besoins n'ont plus rien de commun avec les espèces sauvages primitives, — on reconnaît plusieurs groupes sanguins.

BREBANT a trouvé chez les Moutons domestiques trois groupes sanguins ; SZYMANOWSKY, ST. STETKIEWICZ et WACHLER en ont également trouvé trois chez le Porc.

II. — Recherches sur les Mammifères sauvages.

Les études de groupes sanguins sur les espèces de Mammifères sauvages nous paraissent présenter un intérêt beaucoup plus considérable que chez les Mammifères domestiques.

Le sang n'a pas été modifié arbitrairement par les mélanges provoqués par l'Homme. S'il y a eu des croisements naturels, nous devons en trouver les traces par les réactions d'agglutination.

Il faut tout d'abord séparer les Singes anthropoïdes des autres Mammifères. Les recherches de LANDSTEINER, TROISIER, VORONOFF et ALEXANDRESCO, ainsi que nos recherches personnelles, ont montré qu'on rencontre chez ces animaux les mêmes groupes sanguins que chez l'Homme. Les groupes O, A, B, AB existent chez les Chimpanzés, les Gorilles, les Orangs-Outangs et montrent quelle parenté étroite unit ces Anthropoïdes et l'Homme. Mais il reste cependant à établir la correspondance entre ces groupes sanguins et les différentes espèces. En effet, certains auteurs ont reconnu chez les Chimpanzés onze espèces (ELLIOT) et d'autres une seule (SCHWARZ). Il serait intéressant de comparer, dans ce cas, les réactions entre les différentes « espèces ». Au sujet des Gibbons, les auteurs ne sont pas d'accord. Les uns trouvent dans leur sang les mêmes agglutinogènes que chez l'Homme ; d'autres pensent qu'ils sont totalement différents.

Chez les Singes appartenant aux Lasiopygidés et Cébidés, ainsi que chez tous les autres Mammifères, il n'y a aucune correspondance entre les groupes sanguins et ceux de l'Homme.

Nos recherches, commencées en octobre 1933, portent actuellement sur 150 individus appartenant aux espèces suivantes (1) :

I. — PRIMATES.

Singes africains : Chimpanzés (*Pan satyrus*), Cercopithèques : Callitriches (*Lasiopyga callitrichus* E. Geoff.), *Grivets* (*L. griseoviridis* Neum.), Brazza (*L. Brazzæ* A. M.-Edw.), Moustacs (*L. cephus* L.), Hocheurs (*L. nictitans* L.), Patas (*Erythrocebus patas* Schereb.). Mangabeys : couronnés (*Cercocebus lunulatus* L.), à collier (*C. torquatus* Kerr.), fuligineux (*C. æthiops* Schreb.). Hamadryas (*Papio hamadryas* L.), Baboins (*P. papio* Desm.), Drill (*Papio leucophæus* F. Cuv.).

Singes asiatiques : Gibbon (*Hylobates leucogenys* Oglib., *H. hoolock* Harlan). — Macaques : rhésus (*Pithecus rhesus* Aud.), bonnets chinois (*P. sinicus* L.), macaque des Célèbes (*Magus maurus* F. Cuv.), Semnopithèques (*Pygathrix holotephrea* Anders.).

Singes américains : Alouatte (*Alouatta caraya* Humb.), Ateles (*Ateles ater* F. Cuv., *A. Geoffroyi* Kuhl), Sajou (*Cebus fatuellus* L., *C. cirrifer* E. Geoff.), Ouistiti (*Hapale jacchus* L.), Saimiri (*S. sciureus* L.). *Lémuriens :* Makis : mococo (*Lemur catta* L.), mongos (*L. mongos* L.), fauve (*L. fulvus albifrons* E. Geoff.).

(1) La technique suivie actuellement est celle de BETH-VINCENT (mélange sur lames). Nous l'avons déjà exposée en détail au cours de nos précédentes notes.

II. — Carnivores.

Félidés : Ocelot (*Felis pardalis* L.), Tigre (*F. tigris* L.), Serval (*F. serval* L.), Guépard (*Acinonyx jubatus* Erxleb.), Lion (*Felis leo* L.).

Canidés : Chacals (*Canis anthus* F. Cuv.), Renards (*Vulpes vulpes* L.), Fennecs (*Vulpes zerda* Zimm.).

Viverridés : Crossarche (*Crossarchus obscurus* F. Cuv.), Mangouste (*Ichneumia albicauda* G. Cuv.), Civettes (*Viverra civetta* Schreb.).

Procyonidés : Coati (*Nasua narica* L.).

III. — Rongeurs.

Sciuridés : Écureuil de l'Inde (*Sciurus indicus* Erxl.).

Muridés : Rats surmulots (*Rattus norvegicus* Erxleb.), Rats de Gambie (*Cricetomys gambianus* Waterh.), Hamsters (*Cricetus cricetus* L.), Gerbille (*Gerbillus hirtipes* Lat.), Meriones (*Meriones Shawi* Roz.), Pachyuromys (*P. duprasi* Lat.).

Cavidés : Cabiai (*Hydrochœrus capybara* Erxl.), Mara (*Dolichotis patagonica* Shaw.).

IV. — Ongulés.

Équidés : Zèbres : de Grevy (*Equus Grevyi* M. Edw.), de Hartmann (*E. zebra Hartmannæ* Mats.).

Bovidés : Oryx (*Oryx beisa* Rupp.), Hippotrague (*Hippotragus equinus* Desm.), Cervicapre (*Antilope cervicapra* Pall), Gnou (*Connochætes taurinus* Burch.), Gazelles dorcas (*Gazella dorcas* L.), Gazelle de Perse (*G. subgutturosa* Guld.).

Cervidés : Cerf axis (*Cervus axis* Erxl.).

Giraffidés : Girafe (*Giraffa reticulata* Wint., *G. camelopardalis* L.).

V. — Marsupiaux.

Macropodidés : Kangouroo roux (*Macropus rufus* Desm.), Kangouroo dama (*Macropus eugenii* Desm.), Kangouroo de Bennett (*Macropus ruficollis Bennetti* Waterh.), Kangouro à bande noire (*Macropus dorsalis* Gray).

Les réactions d'agglutination effectuées entre les sérums et les globules rouges de ces animaux nous ont permis d'établir une première liste de groupes sanguins. Cette première liste est évidemment très courte. Nous l'avons volontairement limitée aux animaux chez lesquels toutes les vérifications ont été faites et dont les réactions n'offrent pas le moindre doute. Les animaux d'un même groupe ne présentent entre leurs sérums et leurs globules aucun phénomène d'agglutination. Entre Mammifères d'un groupe et ceux d'un autre groupe, il y a toujours eu agglutination nette.

Ordre des Marsupiaux. — Groupe 1 : *Macropus rufus* Desm., *Macropus eugenii* Per. et Les.

Ordre des Rongeurs. — Groupe 1 : *Rattus norvegicus* (Erxl.), *Meriones Shawi* Roz. — Groupe 2 : *Cricetus cricetus* L., *Cricetomys gambianus* Waterh.

Ordre des Ongulés. — Groupe 1 : *Oryx leucoryx* Pall., *Hippotragus equinus* Desm. — Groupe 2 : *Antilope cervicapra*. — Groupe 3 : *Gazella dorcas*. — Groupe 4 : *Cervus axis* Erxleb. — Groupe 5 : *Giraffa reticulata* Wint. — Groupe 6 : *Giraffa camelopardalis* L. — Groupe 7 : *Equus Grevyi* (M.-Edw.), *E. zebra Hartmannæ* Matsch. — Groupe 8 : *Elephas maximus* L.

Ordre des Carnivores. — Groupe 1 : *Felis tigris* L. — Groupe 2 : *Felis serval* L. — Groupe 3 : *Viverra civetta* Schreb. — Groupe 4 : *Nasua narica* L.

Ordre des Primates, sous-ordre des Lémuriens. — Groupe 1 : *Lemur mongos* L., *Lemur fulvus albiforns* Geoff,

Dès le début de nos recherches, une constatation s'est imposée : chez les Mammifères sauvages, les phénomènes d'agglutination dans le cadre d'une même espèce ne semblent pas exister (iso-agglutination des auteurs), ce qui semble à première vue vérifier notre hypothèse sur la possibilité de séparer les espèces par leurs réactions sanguines.

Mais, par contre, des animaux que nous considérons comme appartenant à des espèces différentes, parfois même à des genres différents, se rangent dans le même groupe sanguin.

Dans ce cas, la modification des caractères morphologiques masque une parenté que seul le sang a conservée et qu'il est possible de mettre en évidence par les réactions d'agglutination.

Nous avons pu ainsi montrer que le Rat de Gambie (*Cricetomys gambianus* Waterh.), dont les caractères morphologiques sont intermédiaires entre ceux des Rats *Mus*, p. Linné) et ceux des Hamsters (*Cricetus*), appartiennent au même groupe sanguin que les Hamsters.

Ces quelques faits montrent déjà l'intérêt de la méthode que nous cherchons à développer et à rendre de plus en plus précise. Nos essais portent actuellement sur un petit nombre d'individus, et c'est sur un nombre beaucoup plus considérable que nous pourrons obtenir des résultats intéressants. Même si nous ne pouvons arriver à un classement complet de tous les Mammifères sauvages, par leur sang, les réactions d'agglutination nous permettront sans doute de mettre en évidence, dans nombre de cas, les parentés qui existent entre des animaux chez lesquels la morphologie et l'anatomie sont impuissantes à nous fournir une explication satisfaisante.

Ainsi, cette tentative d'étude des animaux par les groupes sanguins apportera une contribution non négligeable à la systématique et peut-être aussi à la recherche du problème de l'espèce.

(*Laboratoire de zoologie des Mammifères au Muséum.*)

BIBLIOGRAPHIE

BIALOSUKNIA (W.) et KACZKOWSKI, Recherches sur les groupes sérologiques chez les Moutons (*C. R. Soc. Biol.*, XC, 1924, p. 1196).

BREBANT (P.), L'iso-agglutination chez les animaux. Recherches expérimentales dans l'espèce ovine (*Thèse Doctorat vétérinaire*, Paris, 1932).

BUCHBINDER (L.), The blood grouping of Macacus rhesus. Including comparative studies of the antigenic structure of the erythrocytes of man and Macacus rhesus (*The Journal of Immunology*, vol. XXV, juillet 1933, nº 1, p. 33-59).

DUHIG (J. V.), Blood-groups among australian merino sheep (*Nature*, London, 1930, p. 59).

DUJARRIC DE LA RIVIÈRE, Les groupes sanguins (*Bull. Assoc. franç. Avanc. sc.*, nº 96, novembre 1931, p. 415-426).

DUJARRIC DE LA RIVIÈRE (R.) et KOSSOVITCH (N.), Recherches sur les groupes sanguins (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, t. XLV, juillet 1930, nº 1, p. 107-153).

— Action du sérum du Cheval sur les globules rouges de l'Homme. Recherches sur les groupes sanguins dans quelques états pathologiques (*Institut international d'Anthropologie*, IIIe Session, Amsterdam, septembre 1927, 6 p.).

— Les groupes sanguins en Anthropologie (*Ann. méd. légale*, avril 1934).

ÉMILE-WEIL (P.) et ISCH-WALL (P.), Hémo-agglutinines des divers liquides organiques (*C. R. Soc. Biol.*, XXXVIII, 19231, p. 173).

FALGAIROLLE (P.), Les épreuves directes d'iso-agglutination. Troisième cause d'erreur (*C. R. Soc. Biol.*, XCIV, 1926, 1, p. 1185).

— Réhabilitation des quatre groupes sanguins : réfutation des iso-agglutinations atypiques (auto et interiso-agglutination, multiplicité et variabilité du groupe). La pseudo-iso-agglutination (*C. R. Soc. Biol.*, XCIV, 1926, 1, p. 1119).

HIRSZFELD (L.) et HALBER (W.), Différences biochimiques et rapport mutuel des groupes sanguins chez l'Homme et chez les animaux (*C. R. Soc. Biol.*, XCIX, 1928, 2, p. 1166).

HIRSZFELD (L.) et PRZESMYCKI, Recherches sur l'agglutination normale. De l'iso-agglutination des globules rouges chez les Chevaux (*C. R. Soc. Biol.*, LXXXIX, 1923, 2, p. 1360).

IONESCO-MIHAIESTI (C.) et DUMITRESCO (Dora), Groupes sanguins chez le Lapin (*C. R. Soc. Biol.*, XCVIII, 1928, 1, p. 1637).

KACZKOWSKI (B.), Contribution to the studies of the Origin of European Sheep (*Proc. Roy. Soc. Edinb.*, vol. XLVIII, part. 1, nº 2, 1927-1928).

KUHN (Dr W. R.), Ueber Wirkung und Anzeige der Bluttransfusion bei den grossen Haustieren (*Berliner Tierarztliche Wochenschrift*, 20 octobre 1933, nº 42).

LANDSTEINER (K.), Sur les propriétés sérologiques du sang des Anthropoïdes (*C. R. Soc. Biol.*, XCIX, 1928, 2, p. 658).

LATTES (L.), Les groupes sanguins en médecine légale (*Ann. méd. légale*, avril 1934).

LIODT (V.) et POJARSKI (N.), Application de l'iso-hémo-agglutination à l'étude des races indigènes de l'Afrique équatoriale française (*C. R. Soc. Biol.*, CI, 1929, 2, p. 889).

MAKAROF, Les groupes sanguins chez les animaux et leur valeur pour la médecine vétérinaire et pour la zootechnie (*Arbeiten des staatliches Veterinar Instit.*, in *Wjalka*, t. I, 1934).

PRZESMYCKI (F.), Recherches sur la transfusion du sang chez les animaux [*C. R. Soc. Biol.*, LXXXIX, 1923 (2), p. 1364].

RODE (P.), Études des groupes sanguins chez les Mammifères. La sérologie dans ses relations avec la systématique (*C. R. Soc. Biol*, t. CXV, 6 janvier 1934, p. 27).

— Recherches sur les groupes sanguins des Rongeurs (*Comm. Congrès Soc. savantes*, Paris, 1934, LXVII, p. 162-164).

— Les groupes sanguins des Mammifères sauvages. Première liste. Terminologie (*C. R. Soc. Biol.*, 5 mai 1934, t. CXVI, p. 42).

— Les groupes sanguins des Mammifères sauvages. Premiers résultats (*Bull. Muséum*, t. VI, n° 3, 1934, p. 218-223).

— Observations sur l'étude comparée des groupes sanguins chez l'Homme et les autres Mammifères (*Rapport Séance Soc. Pathol. comparée*, 11 décembre 1934).

SCHOCKAERT (J.), Sur les hémo-agglutinogènes de Landsteiner (*C. R. Soc. Biol.*, C, 1929, 1, p. 445).

SZYMANOWSKI (Z.), ST STETZKIEWICZ et WACHLER (B.), Les groupes sérologiques dans le sang du Porc et leur relation avec les groupes du sang humain (*C. R. Soc. Biol.*, XCIV, 1926, 1, p. 204).

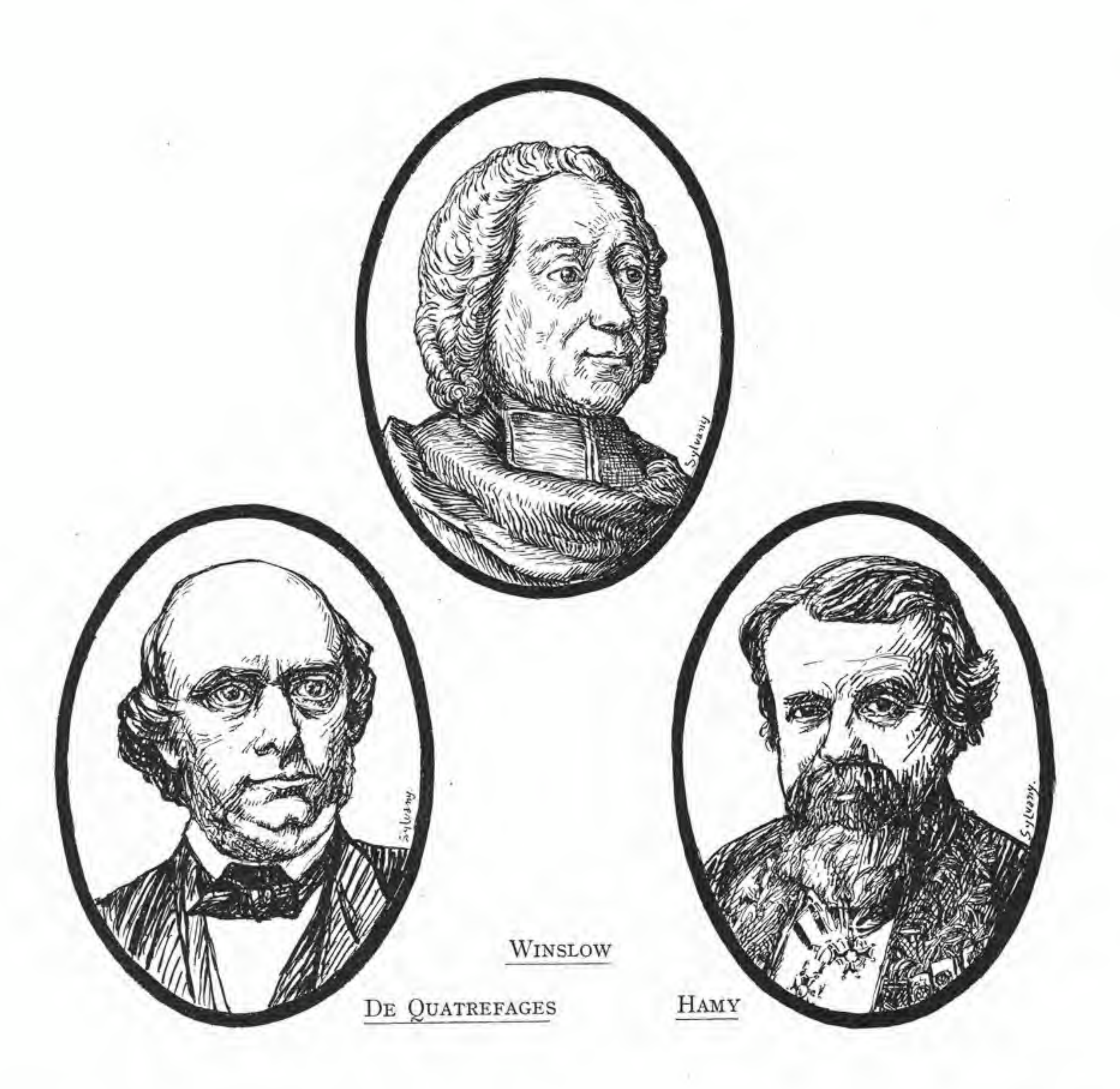
TROISIER (Jean), Le groupe sanguin II de l'Homme chez le Chimpanzé (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, avril 1928, t. XLII, p. 363).

VORONOFF et ALEXANDRESCO (G.), Les groupes sanguins chez les Singes (*Ier Congrès international de Microbiologie*, Paris, 1930).

WEINERT (Dr Hans), Neue Blutgruppenunter suchungen an Affen im Jahre 1932 (*Zeitschrift F. Rassen Physiologie*, VI Bd., 2 H., 1933).

Chaire d'Anthropologie

Professeur : Monsieur P. RIVET



WINSLOW

DE QUATREFAGES HAMY

Le
Laboratoire d'Anthropologie du Muséum

Par P. RIVET
Professeur.

P. LESTER et G.-H. RIVIÈRE
Sous-Directeurs.

I. — LE PROGRAMME

L'histoire du Laboratoire d'Anthropologie du Muséum a été écrite par E.-T. HAMY (1) et R. VERNEAU (2). Nous n'y reviendrons pas ici.

La chaire d'Anthropologie proprement dite est suffisamment ancienne, les travaux des maîtres qui l'ont occupée sont assez connus, leur pensée a été assez clairement exprimée pour qu'il soit possible aujourd'hui de mettre en lumière l'orientation générale qu'ils ont voulu donner à une science dont ils furent les créateurs, puis les animateurs pendant tant d'années.

De cet examen, il apparaît que tous, sans exception, ont eu de l'anthropologie une conception essentiellement synthétique et que leur constante préoccupation a été d'étudier les groupements humains sous leurs multiples aspects, c'est-à-dire de chercher à définir simultanément leurs caractères physiques et leurs caractères culturels, associant toujours l'idée de race et l'idée de civilisation dans le cadre de leurs recherches. Dès sa leçon d'ouverture, A. DE QUATREFAGES a marqué ce point de vue avec force (3) :

« Comment doit-on entendre le titre de notre cours : Enseignement de l'anatomie, de l'histoire naturelle de l'Homme ? Faudra-t-il, s'arrêtant à la raison d'être de cette chaire, se borner à faire de l'anatomie humaine comparée ?... L'histoire complète d'un être vivant doit comprendre ses caractères extérieurs, ses mœurs, son anatomie ; on doit en exposer la

(1) HAMY (E.-T.), Les débuts de l'anthropologie et de l'anatomie humaine au Jardin des Plantes. M. Cureau de la Chambre et P. Dionis (1635-1680) (*L'Anthropologie*, Paris, t. V, 1894, p. 257-275).

(2) VERNEAU (R.), Le professeur E.-T. Hamy et ses prédécesseurs au Jardin des Plantes (*L'Anthropologie*, Paris, t. XXI, 1910, p. 257-279).

(3) QUATREFAGES (A. DE), Anthropologie, leçon d'ouverture du 17 juin 1856 (*Revue des cours publics et des sociétés savantes de Paris, de la province et de l'étranger*, Paris, 2e année, no 26, 29 juin 1856, p. 404-407).

physiologie, on doit le suivre dans les différentes phases de son développement. C'est ainsi, du moins, que j'ai toujours entendu les études zoologiques... Lorsqu'on a étudié d'une manière complète les caractères physiques d'une race, la forme du crâne, ses proportions avec la face, la couleur de la peau, celle des cheveux, etc., on ne connaît pas cette race suffisamment. L'intelligence humaine mérite bien, en effet, qu'on tienne compte de son développement plus ou moins complet, quand il n'est plus permis de négliger en zoologie l'instinct plus ou moins développé chez les animaux... Les animaux ont la voix, l'Homme seul a la parole, seul il a le langage : pouvons-nous négliger la manifestation d'une activité si caractéristique ? ».

En 1889, DE QUATREFAGES revient sur cette question primordiale dans la magistrale introduction anthropologique qu'il a écrite pour l'Encyclopédie d'hygiène et de médecine publique : « L'anthropologie n'est qu'une branche de la zoologie et de la mammalogie en particulier. Par conséquent, l'Homme doit être étudié comme s'il s'agissait d'un insecte ou d'un mammifère. Or, l'histoire d'un groupe animal ne comprend pas seulement la description extérieure. Elle embrasse aussi l'examen comparatif des organes et des fonctions, l'étude des variations que subit le type fondamental, celle des instincts et des mœurs... ». De même, il ne suffit pas à l'anthropologie « de reconnaître les caractères physiques, extérieurs, anatomiques et physiologiques des diverses populations humaines ; de constater les conditions hygiéniques nécessaires à chaque race, de signaler ses aptitudes pathologiques. Le langage, le degré de civilisation, les industries, les arts, les mœurs, les croyances religieuses... fournissent autant de caractères qui tantôt distinguent l'un de l'autre deux groupes juxtaposés, tantôt révèlent, entre deux populations séparées par de vastes espaces, des rapports inattendus (1). »

En ce qui concerne la linguistique, A. DE QUATREFAGES avait tenu à exprimer dans un article spécial toute sa pensée (2) :

« Parmi les faits qui se rattachent à l'intelligence humaine, l'un des plus importants est, sans contredit, le langage... La voix, dans ses diverses manifestations, dépend d'une foule de circonstances anatomiques... mais, avant tout, la parole doit son origine à l'intelligence et à la nature supérieure de l'Homme.... C'est à ce double caractère que l'étude du langage doit la haute importance qu'elle acquiert dans l'examen des races humaines... Voilà pourquoi, aux caractères tirés de l'anatomie et de la physiologie, nous joindrons... ceux que fournit la linguistique. »

L'ethnographie, la linguistique, la sociologie rentrent donc, au même titre que l'étude des caractères physiques et physiologiques, dans le cadre de l'anthropologie. A. DE QUATREFAGES joint à toutes ces sciences la préhistoire, c'est-à-dire la paléontologie humaine et l'ethnographie préhistorique.

Tous les hommes de science savent avec quel bonheur il a su explorer le vaste domaine qu'il s'était ainsi assigné.

(1) QUATREFAGES (A. DE), Introduction anthropologique (*Encyclopedie d'hygiène et de médecine publique du Dr Jules Rochard*, Paris, 1889, p. 1-118 du premier fascicule).

(2) QUATREFAGES (A. DE), Application de la linguistique à l'étude des races humaines (*Moniteur des cours publics littéraires, scientifiques et philosophiques*, Paris, 1re année, no 7, 2 avril 1857, p. 175-182, no 8, 9 avril 1857, p. 211-215).

Le temps et sans doute l'occasion lui manquèrent pour constituer au Muséum l'ensemble des collections qui devaient en quelque sorte matérialiser sa conception de l'anthropologie. Il se contenta de développer l'admirable série d'ostéologie ethnique, qui reste un des plus riches trésors de notre établissement national.

Le mérite de la création d'une collection parallèle consacrée aux civilisations était réservé à celui de ses élèves qui devait devenir son successeur. E.-T. HAMY, avec l'approbation et l'appui d'A. DE QUATREFAGES, fonda en effet, en 1877, le Musée d'Ethnographie, qui fut installé en 1879 dans le Palais du Trocadéro, et en assura la direction jusqu'en 1907 ; par ce truchement, le laboratoire d'anthropologie se trouva doté des collections culturelles qui lui faisaient défaut.

E.-T. HAMY resta entièrement fidèle à la doctrine dont son maître avait tracé le large programme. Tour à tour, anthropologiste, ethnographe, préhistorien, linguiste, historien, il nous a laissé une œuvre touffue, où sa belle intelligence, son incomparable érudition, sa curiosité étonnante se jouent de toutes les difficultés d'une tâche qui requérait une connaissance d'encyclopédiste.

Pas plus qu'A. DE QUATREFAGES, il ne pouvait séparer dans son esprit l'idée de race et l'idée de civilisation. La création du Musée d'Ethnographie en est la preuve. Pas davantage, il ne voulait écarter de son programme la linguistique. Au Congrès international des Américanistes de Huelva (1), répondant à un savant qui avait supposé que les anthropologistes avaient tendance à mépriser les conclusions de la linguistique, il faisait la déclaration suivante : « Vous pourriez croire qu'il y a, comme dans un champ clos, d'un côté des gens brandissant des crânes et des tibias, de l'autre des gens brandissant d'énormes dictionnaires. Il n'en est pas ainsi. Il peut y avoir, comme dans toute école scientifique, des esprits échauffés, des gens qui exagèrent l'importance, souvent à dessein, de leurs recherches et qui, par là même, donnent aux autres l'idée d'une tension scientifique qui n'a jamais existé. Dans l'école scientifique, que je fais tous mes efforts de représenter de mon mieux, M. DE QUATREFAGES et moi, toutes les fois que nous avions besoin, sur le terrain anthropologique, de recourir à la linguistique, nous n'avons pas traité les linguistes comme des serviteurs, mais comme des collaborateurs précieux... Il n'y a pas d'adversaires, il n'y a que des gens, qui, par des moyens différents, sont arrivés à constituer la vérité ».

R. VERNEAU, le troisième titulaire de la chaire d'anthropologie, continua les traditions que lui avaient léguées ses deux illustres prédécesseurs, dont il avait eu le rare bonheur d'être l'élève. C'est ainsi qu'il accepta en 1907 de prendre la succession d'E.-T. HAMY comme directeur du Musée d'ethnographie du Trocadéro, direction qu'il garda jusqu'en 1928, date de sa mise à la retraite, et que, lorsqu'il fut nommé professeur au Muséum, il déclara solennellement dans sa leçon inaugurale : « Après l'extension qu'ont donnée à la science de l'Homme les Armand DE QUATREFAGES, les Paul BROCA, les Ernest HAMY, ce n'est plus à la seule étude des caractères physiques que l'anthropologiste peut s'en tenir aujourd'hui. A l'exemple d'Armand DE QUATREFAGES, il lui faut assigner une large place

(1) *Congreso internacional de Americanistas. Actas de la novena reunión, Huelva, 1892*, Madrid, t. I, 1894, p. 96.

à la biologie générale et à l'anthropologie préhistorique ; à l'exemple d'Ernest HAMY, il doit demander des enseignements à l'ethnographie (1). »

R. VERNEAU fait ici appel à Paul BROCA. Il est important de souligner que la conception de ce grand précurseur et de ses élèves était en effet identique à celle des maîtres officiels de l'enseignement de l'anthropologie au Muséum.

Dès 1862, devant les membres de la Société d'anthropologie de Paris, il proclamait : « Nous ne nous sommes pas réunis seulement pour étudier l'état actuel des races humaines... ; nous nous proposons encore de chercher, par les voies multiples de l'anatomie, de la physiologie, de l'histoire, de l'archéologie, de la linguistique et enfin de la paléontologie, quels ont été, dans les temps historiques et dans les âges qui ont précédé les plus anciens souvenirs de l'humanité, les origines, les filiations, les migrations, les mélanges des groupes nombreux et divers qui composent le genre humain (2). »

En 1876, dans sa leçon d'ouverture à l'École d'anthropologie qu'il venait de fonder, il déclarait : « L'essentiel est que toutes les parties de l'anthropologie trouvent leur place dans notre cadre pratique, et nous pensons que le programme entier de cette science sera parcouru dans les six cours suivants qui auront lieu parallèlement dans un même semestre : 1° Anthropologie anatomique ; 2° Anthropologie biologique ; 3° Ethnologie ; 4° Anthropologie préhistorique ; 5° Anthropologie linguistique ; 6° Démographie et Géographie médicale (3). »

Rappelons encore cette phrase caractéristique, écrite en 1866 : « Dire que l'anthropologie est l'histoire naturelle du genre humain, ce serait faire naître dans la plupart des esprits l'idée qu'elle est une science purement descriptive, qu'elle se borne à distinguer et à classer les diverses races d'après leur type physique ; et cette interprétation doit être écartée avec d'autant plus de soin qu'il y a eu réellement une époque où l'anthropologie, encore naissante, était confinée dans ces étroites limites (4). »

L'élève le plus direct et le continuateur de l'œuvre de BROCA, L. MANOUVRIER, ne tient pas un autre langage : « Si l'anatomie humaine est la base de la connaissance de l'Homme, elle ne constitue pas cette connaissance tout entière qui est l'objet d'une science plus complexe, l'anthropologie. L'anthropologie est une partie de la zoologie. Comme toutes les sciences qui ont pour but la connaissance particulière et complète d'une classe d'êtres, elle a pour objet l'étude complète des êtres humains et doit envisager par conséquent ces êtres au triple point de vue anatomique, physio-psychologique et sociologique. C'est la condition nécessaire d'une connaissance complète, et c'est cette connaissance complète qui est la raison d'être de l'anthropologie (5). »

Nous croyons inutile de multiplier ces témoignages de ceux qui, pendant trois quarts de siècle, furent les représentants incontestés de l'anthropologie en France. Dans leurs déclarations, nous pourrions dire, dans leurs professions de foi, quelles qu'aient été la tendance

(1) VERNEAU (R.), *op. cit.*, p. 278.

(2) BROCA (PAUL), La linguistique et l'anthropologie (*Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris*, Paris, t. III, 1862, p. 264-319).

(3) BROCA (PAUL), Le programme de l'anthropologie. Leçon d'ouverture des cours, Paris, 1876.

(4) BROCA (PAUL), Anthropologie. (*Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*, Directeur : A. Dechambre, Paris, t. V, 1866, p. 276-300.

(5) POIRIER (P.), Traité d'anatomie humaine (Introduction par L. MANOUVRIER), Paris, 2e édition, t. I, 1896, p. 6-7.

naturelle de leur esprit et leurs préférences personnelles, tous ont affirmé que le vaste champ où pouvait et devait s'exercer leur activité comprenait l'anthropologie physique humaine et zoologique, la paléontologie humaine, la préhistoire, l'archéologie, l'ethnographie, le folklore, la linguistique.

Il est regrettable que le mot « anthropologie », qui, dans l'esprit de tous ces savants, désignait ce complexe de sciences, ait vu peu à peu son sens se restreindre et qu'il n'évoque plus, le plus souvent, à l'heure actuelle, que l'idée de l'étude des races humaines au point de vue physique. Il est plus regrettable encore que certains esprits aient été victimes de cette variation sémantique au point de vouloir limiter la chaire d'anthropologie du Muséum à cette étude qui, nous venons de le démontrer, n'est qu'une partie de ses attributions. Le sens primitif du mot « anthropologie » ayant dévié d'une façon manifeste, une tendance de plus en plus marquée tend à lui substituer le mot « ethnologie ». Cette tendance a commencé à l'étranger, en Allemagne, où la *Zeitschrift für Ethnologie* date de 1869, et aux États-Unis, où le *Bureau of Ethnology* a été fondé en 1879. On peut regretter que l'usage ait imposé ces changements de terminologie, discuter sur le sens étymologique des mots, rien ne prévaudra contre le sens qui s'est imposé.

Il est certain que, à l'heure actuelle, le mot « ethnologie » a pris la signification que DE QUATREFAGES, HAMY, VERNEAU, BROCA et MANOUVRIER donnaient au mot « anthropologie ».

Le programme de l'anthropologie ou de l'ethnologie, tel que nous l'ont légué nos devanciers, est immense.

Dans quelle mesure y a-t-il solidarité entre les diverses disciplines que leur esprit a tenu à rassembler ?

Il est d'usage courant de faire une distinction entre les faits anthropologiques, ethnographiques et linguistiques et d'admettre qu'il n'y a pas de rapport nécessaire entre eux. La notion de race, la notion de civilisation et la notion de langue seraient indépendantes l'une de l'autre, et les classifications que l'on peut établir en partant de chacune d'elles n'auraient entre elles aucun lien.

Cette importante question, qui domine toute la science de l'Homme, a été exposée par DE QUATREFAGES dans des termes qui ne laissent aucun doute sur son opinion : « Les nations ont emporté avec elles leurs mœurs et leur civilisation. Nous trouverons quelquefois dans la forme d'un vase l'indication d'une origine (1). » « La langue est l'expression de la pensée. Elle se rattache à ce qu'il y a de plus intime dans les hommes. Elle doit, en conséquence, durer autant que ces hommes eux-mêmes. En d'autres termes, elle doit avoir la durée qu'ont les races. Elle se modifie en même temps que ces dernières ... Vous comprenez, d'après cela, combien sont importants les caractères tirés du langage. Lorsqu'un peuple disparaît de la carte politique, il ne disparaît pas pour cela matériellement de la surface du globe. Nous pourrons employer pour le reconnaître les caractères physiques et les caractères fournis par l'étude de son langage. Toute langue dérivée d'une autre nous indiquera une filiation de peuples, ou, du moins, devra appeler notre attention sur les analogies que peuvent présenter

(1) Anthropologie, Leçon d'ouverture, *op. cit.*, p. 406.

ces populations... Ainsi donc, nous aurons lieu de croire que nous avons une preuve absolue, lorsque nous verrons un accord complet entre la linguistique et l'examen physique. Si nous les voyons en désaccord, nous devrons nous attendre à rencontrer un problème dont la solution présentera toujours de graves difficultés (1). »

Il s'en faut que la thèse d'A. DE QUATREFAGES ait été admise par tous les anthropologues. BROCA insistait, dès 1862, sur le fait que « les caractères linguistiques ne sont pas permanents (2) », qu'ils peuvent se modifier spontanément ou accidentellement, quelquefois d'une façon rapide, au contact d'une race étrangère, « alors même que le mélange des sangs est insuffisant pour imprimer à la race autochthone des changements durables ».

Rapidement, il est vrai, son opinion se modifia, puisqu'en 1866 il adopte une position voisine de celle d'A. DE QUATREFAGES : « Les caractères linguistiques offrent une permanence remarquable. Les modifications *spontanées* introduites par la suite des générations, soit dans la grammaire, soit dans le lexique, quelque profondes qu'elles puissent paraître, sont d'un ordre secondaire et laissent toujours subsister le type primitif de la langue... ; et ces modifications spontanées des mots et des formes grammaticales constituent une sorte d'évolution soumise à certaines lois... Dans beaucoup de cas, les groupes basés sur la linguistique coïncident assez exactement avec les groupes basés sur l'étude anatomo-physiologique des races humaines (3). »

R. VERNEAU, par contre, a toujours gardé vis-à-vis de la linguistique une attitude entièrement différente, qu'il précise ainsi dans une publication récente :

« La langue est un des plus mauvais caractères anthropologiques sur lesquels on puisse s'appuyer. Il est en effet trop fugace et on connaît un bon nombre de populations qui ont remplacé leur langue par une autre très différente, sans que leur type se soit modifié (4). »

Ces opinions si divergentes montrent que le problème doit être serré de près, et que les données doivent en être étudiées avec le plus grand soin.

Examinons tout d'abord, dans un cas relativement simple, celui d'un peuple envahissant en masse un autre peuple, ce qui se passe, quant à la langue, à la civilisation et aux caractères anatomiques. Que l'envahisseur arrive à imposer sa langue au peuple envahi, ou que le phénomène inverse se produise, la langue qui survit reste semblable à elle-même, dans sa structure intime, dans sa grammaire, et, même quand son vocabulaire subit une profonde transformation, il est toujours possible, sinon aisé, de la rattacher à la souche d'où elle dérive. Jamais, jusqu'ici, on n'a vu se constituer de langues métisses, c'est-à-dire des langues dont la morphologie se rattacherait à la fois à celles des deux langues qui se sont affrontées.

Pour la civilisation, il peut y avoir substitution complète, ou, ce qui est le cas le plus fréquent, mélange, mais, dans ce mélange, les éléments culturels provenant de chacun des peuples fusionnés gardent leur individualité et restent reconnaissables. Qu'un peuple armé de la lance envahisse et subjugue un peuple armé de l'arc, on peut admettre que l'une

(1) Application de la linguistique à l'étude des races humaines, *op. cit.*, p. 213-214.
(2) La linguistique et l'anthropologie, *op. cit.*, p. 297.
(3) Anthropologie, *op. cit.*, p. 291.
(4) VERNEAU (R.), L'Homme, races et coutumes, Paris, 1932, p. 47.

de ces armes prédomine et élimine l'autre, mais il n'en résultera pas une nouvelle combinaison des deux armes préexistantes. Un mélange de civilisations se présente toujours comme une sorte de mosaïque où les apports culturels de chaque peuple se juxtaposent, tels les petits blocs de pierre ou d'émail, et demeurent identifiables, ou, si l'on veut, comme une tapisserie, qui de loin peut donner l'impression du fondu, mais dont les points demeurent cependant indépendants.

Pour le type physique, il en va tout autrement. Il n'y a pour ainsi dire jamais substitution ; il est en effet tout à fait exceptionnel, parce que pratiquement presque impossible, que l'envahisseur détruise complètement l'envahi : dans l'immense majorité des cas, il y a mélange, mais un mélange dont les résultats sont très différents de ceux qu'engendre le mélange des civilisations. Il y a métissage, c'est-à-dire formation d'un peuple nouveau, participant aux caractères des deux peuples qui se sont fusionnés, suivant des lois complexes dont la biologie ne nous a pas encore livré le secret. Ainsi, les faits anthropologiques ont nécessairement moins de netteté que les faits ethnographiques, et ceux-ci sont eux-mêmes souvent moins nets que les faits linguistiques. La tâche de l'anthropologue est, par suite, bien plus complexe et difficile que celle de l'ethnographe et, *a fortiori*, que celle du linguiste.

Un exemple précisera bien notre pensée. Si, dans une dizaine de siècles, des savants essayaient, en dehors de toute donnée historique, de reconstituer l'ethnologie du Canada actuel, la trouvaille d'une page de revue locale en langue française suffirait pour leur permettre d'affirmer qu'une partie de la population est venue de France et qu'elle est originaire en majorité de Normandie, et même de préciser à quelle époque approximative s'est effectué l'essaimage. Les données ethnographiques ne conduiraient sûrement pas à une conclusion aussi précise. L'étude anthropologique ne donnerait aucun résultat certain, car les crânes ou les squelettes normands n'ont pas de caractères distinctifs assez nets pour qu'on puisse les identifier dans une série où ils se trouveraient mélangés avec des ossements d'Anglais, d'Indiens et des autres éléments ethniques qui sont intervenus dans le peuplement du Canada.

La question indo-européenne ne se pose pas dans d'autres termes. Quand les Indo-Européens ont envahi l'Europe, ils ont imposé leur langue à presque tous les peuples qui y vivaient. Malgré les multiples aspects qu'elle a revêtus dans les diverses régions, on a pu démontrer son unité originelle et même reconstituer son vocabulaire et sa grammaire. La civilisation des conquérants s'est fusionnée avec celle des autochthones et a pris par suite, suivant les pays, des facies parfois si différents que la reconstitution de cette civilisation originelle se heurte à de grandes difficultés. Les envahisseurs enfin se sont mélangés aux peuples subjugués, et comme, en outre, ils n'étaient déjà vraisemblablement, les uns et les autres, que des métis, il devient presque impossible de retrouver dans ce mélange le type physique dominant des deux populations.

Les résultats fournis par les trois disciplines ne se présentent donc pas avec la même netteté, et c'est ce qui a pu faire croire qu'ils étaient en quelque sorte indépendants les uns des autres. Comme DE QUATREFAGES, nous ne pouvons nous ranger à cette opinion, et nous avons à diverses reprises mis en lumière des faits qui en démontrent l'inexactitude.

En ce qui concerne la solidarité de la langue et de la civilisation, les faits ne semblent

guère discutables. L'adoption d'une langue nouvelle implique nécessairement, par la force même des choses, l'adoption de ce que les mots acquis désignent : objets, coutumes, conceptions. Un mot n'est pas seulement un son, il a un contenu, qu'il s'applique aux réalités objectives ou aux idées.

Les Malgaches, en recevant la langue malaise, ont acquis du même coup toute la série de notions nouvelles dont l'ensemble constitue précisément la civilisation malaise. De même les Gaulois, en adoptant le latin, se sont assimilé les éléments essentiels de la culture latine.

Réciproquement, quand un peuple acquiert une civilisation nouvelle (1), il y a toute chance pour qu'il accueille en même temps la langue qui lui sert de véhicule, et, même dans les cas où sa langue originelle résiste, elle ne reste pas inerte devant le nouvel état de choses ; c'est ainsi que l'introduction de la civilisation normande en Angleterre, bien qu'elle n'ait pas imposé une langue nouvelle aux autochthones, a eu sur leur langue une influence profonde, attestée par le pourcentage considérable des mots d'origine latine dans son vocabulaire.

Il ne semble pas moins évident que, pour qu'un peuple adopte une civilisation et une langue nouvelles, un apport important de la population qui parle cette langue et possède cette civilisation est nécessaire.

Certes, d'autres facteurs jouent un grand rôle dans ces substitutions, notamment le prestige dont jouit, aux yeux du peuple qui reçoit, le peuple qui donne ou impose ; mais l'observation des faits actuels prouve que ces facteurs ont une importance secondaire et que langue et civilisation montrent une force de résistance extraordinaire, même dans les conditions les plus défavorables. La survivance de la langue et des coutumes bretonnes et basques, malgré le prestige incontestable du français, malgré l'influence de l'école et de la caserne, malgré la centralisation, malgré le développement du tourisme, est la démonstration éclatante qu'un peuple ne renonce à son parler et à sa civilisation qu'avec une extrême difficulté et grâce à une infiltration longue et incessante de nouveaux éléments. Comment n'en aurait-il pas été de même autrefois, alors que les langues et les civilisations n'avaient pas de moyens d'expansion comparables en puissance à ceux dont elles disposent aujourd'hui ? La substitution de la langue et de la civilisation latines à la langue et à la civilisation gauloises ne s'est certainement faite que grâce à l'établissement dans notre pays d'un très grand nombre de colons ; de même, l'influence malaise à Madagascar ne saurait être l'œuvre d'une poignée d'envahisseurs.

La preuve anthropologique de ces faits est souvent difficile à donner, car, par suite du métissage considérable des populations, les envahisseurs ont, le plus souvent, un type ethnique mal défini. Les hommes, qui ont importé en Gaule langue et civilisation latines, auraient-ils été tous Romains, — et ce ne fut certainement pas le cas, — étaient eux-mêmes le produit d'un mélange de peuples et présentaient, par conséquent, des caractères physiques très divers.

(1) Nous n'entendons pas parler ici de faits culturels isolés, mais de l'ensemble des faits constituant une civilisation : un fait culturel isolé peut, en effet, s'emprunter, sans qu'il y ait adoption du mot qui le désigne. Ainsi, bien des tribus indiennes emploient le fusil sans lui donner un nom pris aux langues européennes ; et aucun peuple d'Europe n'a adopté le nom indigène américain de la pomme de terre.

Il n'en reste pas moins vrai que tout transport de langue, comme tout transport de civilisation, est nécessairement lié à un mouvement d'immigration.

L'inverse n'est peut-être pas absolument nécessaire. On peut admettre, en effet, qu'un peuple, surtout s'il se trouve à un degré de culture inférieur à celui de la population qu'il envahit, ou s'il représente une faible minorité, puisse perdre, à son contact, sa langue et sa civilisation. DE QUATREFAGES a cité le cas des invasions scandinaves en Normandie, des colonies grecques à Agde, ou des établissements basques à Granville (1). Mais, même dans ces conditions, il n'y a jamais absorption complète, et une analyse minutieuse doit permettre de déceler dans la langue ou les faits culturels quelques traces dues à l'influence de l'élément envahisseur.

En définitive, comme le pensait DE QUATREFAGES, il existe une solidarité réelle, bien que parfois difficile à démontrer, entre l'anthropologie, l'ethnographie et la linguistique. L'ethnologue possède ainsi trois solides bâtons de route, tous trois utiles au même titre, et tous trois interchangeables, en sorte que, si l'un d'eux vient à lui manquer, les deux autres lui permettent de continuer sa marche.

L'étude des populations humaines, pas plus que celle de tous les êtres vivants, ne saurait être morcelée ; un peuple ne peut être défini que par l'ensemble de ses caractères physiques, culturels et linguistiques ; il n'est vraiment bien connu que lorsque tous les caractères sont confrontés et éclairés l'un par l'autre ; une théorie anthropologique ne peut être considérée comme définitivement établie que lorsqu'elle s'appuie sur des preuves empruntées aux trois principales disciplines dont l'ensemble indissoluble constitue la science de l'Homme. Toute discordance dans les résultats auxquels chacune d'elles aboutit peut et doit être comprise et expliquée. Cette conclusion rejoint celle que DE QUATREFAGES formulait dès 1857.

Cette solidarité de l'anthropologie physique, de l'ethnographie, de la sociologie, de la linguistique, exige que l'anthropologue ou l'ethnologue se tiennent sans cesse au courant de tous les progrès réalisés dans ces différentes branches de la science.

Il faut ajouter à cette obligation le devoir de suivre le développement d'autres sciences connexes, la biologie générale, la géologie, la zoologie, la botanique, la minéralogie, la géographie, l'histoire, la médecine ethnique et même la chimie, la physique et l'astronomie, qui peuvent apporter un appui à ses hypothèses ou lui en démontrer l'impossibilité, lui fournir des éléments précieux d'information ou des techniques de recherche.

Plus que tout autre savant, l'anthropologue doit ignorer les « cloisons étanches » qui compartimentent les disciplines scientifiques. Plus que tout autre, il doit s'efforcer de profiter de toutes les découvertes ; disons le mot, il devrait être un « encyclopédiste ». Malheureusement, il est évident qu'un homme ne peut plus, à l'heure actuelle, prétendre à une telle érudition, s'étendant à toutes les races, à toutes les populations de la terre. Et cette impossibilité a conduit fatalement les anthropologues à une forme de spécialisation que l'on pourrait appeler la spécialisation « géographique ». La nécessité de tout connaître de l'Homme et l'impossibilité d'étendre cette connaissance complète à toute la terre les ont conduits à

(1) Application de la linguistique à l'étude des races humaines, *op. cit.*, p. 215.

limiter leurs recherches à un continent déterminé, parce que, dans ce champ plus limité, ils avaient la possibilité d'envisager le problème humain dans toute sa complexité.

Cette spécialisation géographique, bien moins dangereuse que celle qui répartit les anthropologues en autant de groupes fermés qu'il y a de façons d'envisager les races et les peuples de la terre, n'est cependant pas sans inconvénients. Mais on peut facilement les éviter en groupant dans chaque laboratoire les anthropologues spécialisés dans l'étude des populations de chaque continent, de façon à leur permettre de travailler en contact étroit et de se mettre constamment, sans difficulté ni perte de temps, au courant des résultats de leurs recherches. Ainsi les œuvres d'ensemble resteront-elles toujours réalisables, puisque chacun de ces chercheurs gardera la possibilité et aura les moyens de tenter des synthèses dépassant le cadre de ses études habituelles, en comparant les faits observés par lui-même dans son propre domaine aux faits observés à ses côtés dans les autres domaines.

Parallèlement à ce groupement de recherche réalisé au sein du laboratoire, un autre groupement, non moins utile, peut être organisé, sous la forme d'une société fermée, où les spécialistes qui se consacrent à chacune des branches de l'anthropologie ou aux multiples sciences susceptibles de lui être utiles peuvent échanger leurs idées, confronter leurs conclusions, discuter leurs hypothèses et s'entr'aider de leurs conseils.

En résumé, le travail en équipes, la coopération intellectuelle doivent et peuvent sauver la science de l'Homme de l'émiettement auquel l'exposent la nécessité de la répartition et l'extrême complexité des multiples tâches qui lui incombent.

II. — LES RÉALISATIONS

Le premier acte dans la voie de la réalisation du programme que nous venons d'exposer fut le rattachement en 1928 du Musée d'Ethnographie du Trocadéro au Muséum National d'Histoire naturelle, et plus spécialement à la chaire d'anthropologie de cet établissement, dont le titulaire, non encore désigné, devait devenir automatiquement directeur du Musée.

Ce rattachement imposait à celui-ci et à ses collaborateurs une tâche écrasante. Logé dans un palais construit pour un tout autre objet, sombre et non chauffé, garni de vitrines improvisées, mal protégées de la poussière, de l'humidité et des insectes, sans bureaux, sans salles de manipulation, sans salles de travail, sans magasins, sans laboratoire, sans fichier à collections, le Musée donnait l'impression d'un « magasin de bric-à-brac » (le mot n'est pas de nous), où les objets de valeur, accumulés dans des armoires obscures, passaient inaperçus des visiteurs. L'étiquetage était pour ainsi dire inexistant. Les cartes géographiques et les cartes de répartition, indispensables pour orienter le public, manquaient. Fait plus grave encore, les objets périssables (en bois, en laine, en coton, en plume, etc...) étaient exposés à la destruction. La pénurie de gardiens rendait toute surveillance impossible ou en tout cas illusoire. Aucune garantie n'existait ni contre l'incendie, ni contre le vol. La bibliothèque, sans bibliothécaire et sans catalogue, était pratiquement inutilisable malgré ses richesses. Toute une partie du monde, où la France possède d'immenses colonies, l'Asie, n'était représentée par aucune collection, les objets venant de cette région étant envoyés,

au fur et à mesure de leur arrivée, soit au Musée Guimet, soit aux Musées provinciaux. Le personnel comprenait un directeur (M. R. VERNEAU, professeur d'anthropologie au Muséum), un inspecteur, un gardien-chef et quatre gardiens, dont les traitements représentaient une somme annuelle de 69 000 francs ; le budget du matériel était de 20 000 francs. Une Société des Amis du Musée d'Ethnographie du Trocadéro, fondée en 1914 pour venir en aide à sa détresse, lui apportait plutôt un soutien moral qu'un appui matériel efficace.

Le rattachement du Musée au Muséum permit à son nouveau directeur de demander avec force les moyens de remédier à « une situation humiliante pour notre amour-propre national (1) ».

Dès 1929, les crédits alloués donnaient au Musée un sous-directeur, un assistant et deux gardiens supplémentaires. En 1930, deux agents techniques complétaient ce personnel.

Le budget du matériel était porté en même temps à 120 000 francs en 1930, chiffre que les compressions budgétaires générales ont ramené cette année à 103 000 francs.

De plus, la Commission créée au ministère des Colonies pour assurer et surveiller les répartitions des subventions accordées aux œuvres scientifiques de la Métropole par les diverses colonies attribuait, dès 1929, une somme annuelle de 150 000 francs au Musée du Trocadéro. Si, du fait de la crise, cette subvention a été peu à peu réduite jusqu'à tomber à 50 000 francs en 1934, par ailleurs, le Musée, du seul fait de son rattachement au Muséum, acquérait le droit de faire payer ses visiteurs. Le produit des entrées, qui fut pendant les premières années de 30 000 francs en moyenne, s'est élevé en 1934 à 133 000 francs environ. La Société des Amis du Musée, réorganisée sous l'active direction de M. le vicomte de NOAILLES, mettait à la disposition de l'établissement des sommes dont le total a largement dépassé un demi-million depuis 1928.

Enfin, le Parlement, prenant conscience de la nécessité d'une œuvre de réorganisation liée au prestige scientifique de la France, votait sur le projet d'outillage national de 1931, une somme de 5 800 000 francs pour réaliser le plan d'aménagement général et de transformation complète du Musée qui lui avait été présenté.

Pendant de longs mois, le public dut faire crédit à ceux qui avaient assumé la lourde tâche de réaliser ce vaste programme. Il convenait, en effet, avant de penser aux manifestations spectaculaires indispensables pour attirer la foule des visiteurs, de créer de toutes pièces les organisations et les modifications intérieures qui permettaient un travail ordonné et une œuvre scientifique de classement : chauffage et éclairage, installation de bureaux, de magasins et de salles de travail, création d'un laboratoire de réparation, de nettoyage et de désinfection, réorganisation de la bibliothèque. Il convenait enfin d'agrandir le Musée pour pouvoir désencombrer les salles d'exposition.

Ce fut là une longue période, tragiquement critique, pendant laquelle le public, qui ignorait l'œuvre indispensable mais invisible qui s'accomplissait, pouvait nous retirer sa confiance.

Cette période est heureusement terminée.

La question de l'agrandissement du Musée fut la plus facile à résoudre : la galerie

(1) Cette appréciation est de M. MARCELLIN BOULE (*L'Anthropologie*, Paris, t. XVIII, 1907, p. 239).

semi-circulaire du premier étage du Palais fut, sous réserve de quelques servitudes, — car elle doit servir à l'évacuation du Théâtre Populaire en cas de danger, — attribuée au Musée et entièrement vitrée pour devenir une magnifique salle d'exposition. Un plancher fut cons-



Fig. 1. — Escalier en béton armé, construit en 1932 pour passer de la Salle d'Afrique blanche à la Salle d'Europe.

truit pour diviser dans le sens de la hauteur la salle de l'aile côté Passy, comme on l'avait fait autrefois pour la salle de l'aile symétrique côté Paris. Un autre plancher transforma en deux magasins superposés la moitié obscure de la longue salle du premier étage en bordure de la Place du Trocadéro. Enfin au rez-de-chaussée, du côté Passy, une salle inoccupée fut transformée en un vaste magasin de réception.

Dès 1931, tous ces travaux d'agrandissement étaient terminés ou en voie d'achèvement, le chauffage et l'éclairage installés, le laboratoire, la bibliothèque, la salle de travail, les bureaux aménagés et en fonctionnement.

Les crédits de l'outillage national permirent alors de compléter l'œuvre en extériorisant en quelque sorte l'effort accompli.

Les salles d'exposition, entièrement remises à neuf, furent garnies de vitrines étanches et éclairées, où les objets de collections, nettoyés, remis en état, copieusement étiquetés et commentés, prenaient toute leur valeur éducative et spectaculaire. En même temps, des



Fig. 2. — La bibliothèque du Musée, en 1934.

organismes nouveaux s'installaient : en particulier une phonothèque et une photothèque.

Actuellement, toutes les salles du Musée sont ouvertes au public :

Salle d'Amérique ;
Salle d'Asie ;
Salle d'Océanie ;
Salle d'Afrique noire ;
Salle d'Afrique blanche et du Levant ;
Salle d'Europe ;
Salle de Madagascar ;
Salle des Peuples arctiques ;
Salle de Préhistoire exotique ;
Salle d'Organologie musicale.

Une salle spéciale est consacrée à des expositions temporaires où, suivant les occasions ou lors du retour d'expéditions particulièrement fructueuses, sont présentées au public des collections exceptionnelles, avant qu'elles prennent leur place définitive, soit dans les vitrines, soit dans les magasins du Musée.

Ces expositions temporaires ont pour résultat de réveiller périodiquement la curiosité

du public, qui volontiers se contenterait d'une visite au Musée ; elles lui donnent une impression de renouvellement constant ; elles ont, en outre, l'avantage de se solder toujours par des enrichissements de collections ; enfin elles obligent à un inventaire complet d'une région déterminée et nécessitent parfois la publication de cet inventaire, sous forme de catalogue illustré (1).

Une mention spéciale doit être faite de l'Exposition du Sahara, qui a attiré plus de 90 000 visiteurs, tout d'abord parce que cette exposition, organisée avec l'active collaboration de MM. Conrad KILIAN et EYDOUX, eut un caractère international du fait de la participation italienne, anglaise, allemande, suédoise et égyptienne, ensuite parce qu'elle affirma la solidarité du Muséum et du Musée d'Ethnographie, en offrant un tableau d'ensemble de la géologie, de la zoologie, de la botanique et de l'ethnologie saharienne, enfin parce qu'elle fut réalisée avec la collaboration du gouvernement général d'Algérie, en particulier des officiers des territoires du Sud, des résidences supérieures du Maroc et de la Tunisie, des gouvernements généraux de l'Afrique occidentale française et de l'Afrique équatoriale française.

Pendant les longs mois de réorganisation, ces expositions ont permis d'attirer et de retenir l'attention de la foule sur un musée quasi inexistant.

Parallèlement à ce travail de présentation qui était urgent et qui a fait du Musée un des établissements les plus populaires de Paris (le nombre des entrées en fait foi), le travail d'organisation intérieure se poursuivait à un rythme sans cesse accru : classement des photographies, établissement de fiches standardisées pour chaque objet, collection de disques, catalogue des livres de la bibliothèque, réparation et préservation des pièces des collections (2).

Ayant eu l'audace ou le courage, comme on voudra, de repartir à zéro, nous avons pu profiter de l'expérience de tous les peuples qui nous avaient distancés ; nous nous en sommes inspirés très largement. C'est dans ce but que, de 1928 à 1935, M. G.-H. RIVIÈRE est allé étudier l'organisation muséologique des établissements ethnographiques de Suède (Göteborg et Stockholm); de Belgique (Tervueren et Bruxelles); des Pays-Bas (Amsterdam, Leyde) ; de Grande-Bretagne (Londres, Oxford, Cambridge, etc...) ; d'Allemagne (Berlin, Cologne, Dresde, Munich, Hambourg, etc...) ; de Suisse (Bâle, Berne, Neuchâtel) et des États-Unis (Washington, New-York, Cambridge, Philadelphie, etc...).

(1) *Exposition des bronzes et ivoires du Royaume du Bénin : 15 juin-15 juillet 1932*, Paris, Musée d'Ethnographie, 1932, XII-31 pages, pl. hors texte.

Art des Incas. Catalogue de l'exposition de la collection J. L. au Palais du Trocadéro (juin-octobre 1933), Paris, Musée d'Ethnographie, 1933, 94 pages, 20 planches hors texte.

Exposition du Sahara [15 mai-28 octobre 1934]. Guide illustré. Introduction de E.-F. GAUTIER, [Paris, Musée d'Ethnographie, 1934], 32 pages, illustrations, plan.

Mission Dakar-Djibouti, 1931-1933, [Paris, éd. du « Minotaure », 1933], 88 pages, illustrations, planches (photos) dont 3 en couleurs, carte. (SOMMAIRE. — *La Mission ethnographique et linguistique Dakar-Djibouti*, par PAUL RIVET et GEORGES-HENRI RIVIÈRE. — *Introduction méthodologique*, par MARCEL GRIAULE. — *Les « wasamba » et leur usage dans la circoncision*, par ERIC LUTTEN. — *Le chasseur du 20 octobre*, par MARCEL GRIAULE. — *Notes sur la musique des populations du Cameroun septentrional*, par ANDRÉ SCHÆFFNER. — *Amulettes éthiopiennes*, par DEBORAH LIFSZYC. — *Le taureau de Seyfou Tchenger*, par MICHEL LEIRIS.)

Numéro spécial de la Revue « Togo-Cameroun » (Paris) consacré à la Mission Labouret au Cameroun (1934).

(2) FEDOROVSKY (ADRIEN), La conservation et la restauration des objets ethnographiques. Le Laboratoire du Musée d'Ethnographie, Paris, Vernière, éditeur [1934].

Le résultat est qu'à l'heure actuelle le Musée d'Ethnographie du Trocadéro est certainement le plus moderne et le plus au point de tous les musées d'ethnographie du monde. Les chercheurs français et les savants étrangers y viennent travailler de plus en plus nombreux, attirés à la fois par la richesse de la documentation et la facilité d'étude des documents.

Ce succès inespéré ne doit pas cependant nous faire oublier l'énorme tâche qui reste à



Fig. 3. — La salle d'Amérique installée dans la galerie semi-circulaire (1934).

accomplir. Le Musée compte au moins 150 000 objets, dont seulement 30 000 environ ont leur fiche individuelle ; 30 830 objets ont été en six ans désinfectés et remis en état. Il y en a 100 000 à traiter, sans compter les nouvelles acquisitions. Il faut donc prévoir encore cinq ou six ans de travail intensif pour que le Musée soit entièrement au point.

Il est évident que l'œuvre accomplie et l'œuvre à accomplir n'a pu être réalisée uniquement par les collaborateurs officiels du Musée, quel qu'ait été leur dévouement. Il a fallu faire appel aux concours bénévoles, et ce fut une des consolations, une des joies de notre travail souvent ingrat, de voir avec quel empressement ces concours se sont offerts à nous. Le rôle des quatre fonctionnaires attachés au Musée a été avant tout d'organiser cette collaboration désintéressée, de répartir les tâches entre les bonnes volontés, de les coordonner d'une façon systématique. Ils ont dû former les cadres responsables d'une petite armée d'une cinquantaine de travailleurs auxiliaires et imposer à leur enthousiasme et à leur activité une stricte discipline qui décuplait leur rendement. Et c'est peut-être là

l'aspect le plus émouvant de la régénération du Musée, qu'elle soit en grande partie l'œuvre de ce travail collectif.

Mais ce travail en équipe n'a été rendu possible et n'a été efficace que parce que ceux



Fig. 4. — Les vitrines d'art rupestre africain, dans la salle de préhistoire exotique (1934).

qui l'acceptèrent n'étaient pas exclusivement des amateurs, parce qu'ils avaient été préparés pour la plupart à cette tâche. Ici, nous touchons à un des problèmes les plus importants qui se posaient à nous et dont la solution conditionnait en quelque sorte toute action : l'enseignement officiel de l'anthropologie. Toutes les chaires du Muséum peuvent recevoir des élèves formés dans les facultés parce que le programme universitaire comporte partout des cours et des examens de physique, de chimie, de zoologie, de géologie, de botanique. Seule de toutes les sciences représentées au Muséum, l'anthropologie faisait exception à cette règle. Dans aucune faculté, elle n'était enseignée dans son ensemble. De ce seul fait, le recrutement parmi les jeunes était difficile et toujours insuffisant. Il était indispensable de combler cette lacune de notre organisation universitaire sur laquelle les anthropologues ont maintes fois appelé l'attention des pouvoirs publics (1).

C'est à ce souci que correspond la création, en 1926, de l'Institut d'ethnologie de l'Uni-

(1) Cf. *L'Anthropologie*, Paris, t. XIII, 1902, p. 548-549 ; t. XV, 1904, p. 113, 252-253, 483 ; t. XVIII, 1907, p. 239-241 ; t. XL, 1930, p. 200-201. — VERNEAU (R.), L'enseignement de l'anthropologie en France et à l'étranger (*Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, Paris, 5e série, t. III, 1902, p. 12-20).

versité de Paris, en liaison étroite avec la chaire d'anthropologie du Muséum, dont le sous-directeur, puis le titulaire, a été désigné dès la fondation comme secrétaire général.

L'enseignement de cet institut, qui correspond exactement au programme de l'anthropologie tel que le concevaient DE QUATREFAGES, HAMY, BROCA et MANOUVRIER, est couronné par un certificat de licence qui peut être délivré, suivant l'orientation que désirent suivre les élèves, soit par la Faculté des lettres, soit par la Faculté des sciences. L'utilité de cet institut ne peut pas être plus clairement démontrée que par le nombre sans cesse croissant de ses élèves :

1926-1927	26	élèves.
1927-1928	50	—
1928-1929	67	—
1929-1930	89	—
1930-1931	116	—
1931-1932	129	—
1932-1933	145	—
1933-1934	159	—
1934-1935	171	—

C'est parmi les meilleurs de ces élèves que le Laboratoire d'anthropologie du Muséum a eu la possibilité de choisir la plupart des collaborateurs qualifiés, indispensables pour la grande œuvre de réorganisation entreprise. C'est parmi eux, également, qu'il a pu sélectionner la plupart de ceux à qui il a confié des missions ethnologiques et des enquêtes sur le terrain.

C'était en effet un devoir, en même temps que s'effectuaient le classement et la préservation des collections existantes, de chercher à les augmenter ou à en combler les lacunes qu'un inventaire méthodique faisait apparaître, devoir d'autant plus impérieux que les civilisations humaines tendent à s'uniformiser, à perdre leurs caractéristiques essentielles avec une rapidité effrayante, et que, dans un siècle, il sera sans doute trop tard pour en fixer les multiples aspects.

C'est dans ce but que M. RIVET a entrepris, au cours des dernières années, une série de grands voyages : voyages de prospection au cours desquels il se proposait moins de faire du travail personnel que de rechercher et d'encourager les bonnes volontés et de se rendre compte des régions où des enquêtes approfondies apparaissaient les plus urgentes : Argentine, Uruguay et Paraguay (1927), Brésil (1928), Mexique (1929), Mexique, Guatémala et Salvador (1930), Indochine (1931-1932), Sénégal, Guinée et Madère (1934).

Les résultats les plus importants de ces voyages furent la création en 1930, grâce à une subvention importante du ministère des Affaires étrangères, de l'École française de Mexico, et, en 1932, la création d'une mission permanente en Indochine, sous la direction de M. CLAEYS, grâce à la collaboration de l'École française d'Extrême-Orient.

Depuis 1930, un jeune chercheur a la possibilité de séjourner pendant un ou deux ans dans une région mexicaine pour en faire l'étude approfondie et, si possible, en tirer le sujet de sa thèse de doctorat.

Les bénéficiaires de cette bourse ont été, jusqu'à présent et dans l'ordre, MM. Robert

RICARD, WEYMULLER et Jacques SOUSTELLE. La thèse du premier a paru en 1932. Celle de M. SOUSTELLE paraîtra à la fin de 1935. M. WEYMULLER vient de retourner au Mexique pour un second séjour, jugé nécessaire pour compléter sa documentation.

La mission permanente d'Indochine a permis, en quelques années, de réunir des collec-



Fig. 5. — Une nouvelle vitrine du Musée d'Ethnographie (1935).

tions systématiques sur l'Indochine, collections qui forment un des attraits principaux de la salle asiatique du Musée du Trocadéro.

Outre ces missions permanentes et continues, un grand effort a été fait pour envoyer des enquêteurs vers les régions les moins connues ou les moins représentées dans nos collections publiques, soit en organisant des missions à caractère essentiellement ethnologique,

soit en obtenant des subventions pour des voyageurs qui, chargés de missions d'ordres divers, acceptaient de s'occuper accessoirement de recherches sur les races ou les civilisations des pays visités.

Pour l'Afrique, nous citerons les enquêtes de M. MARCY (1930) aux Canaries ; de M. Roger GROMAND (1926), de M. Lucien COCHAIN (1929), de M. le lieutenant de LA CHAPELLE (1929), de M[lle] Jeanne JOUIN (1930), de M. LE CŒUR (1934), au Maroc ; de M[lles] Thérèse RIVIÈRE et Germaine TILLION (1934-1935) dans l'Aurès ; de M. MONOD et de M. LHOTE (1934-1935) dans le Sud algérien ; de M[lles] Marion SÉNONES et Odette DU PUIGAUDEAU (1934) en Mauritanie ; de M. COCHAIN (1931) au Hoggar ; de M. KUENTZ en Égypte (1932-1934) ; du commandant HUSSON (1929) au Ouadaï ; de M. le gouverneur Henri GADEN (1926 et 1932) au Sénégal ; de M. WATERLOT au Soudan (1930) et en Afrique occidentale française (1935) ; de M[lles] PAULME et LIFSZYC au Soudan (1935) ; de M[lle] ALLIER au Cameroun (1934) ; de M. Henri LABOURET en Afrique occidentale française (1929) et au Cameroun (1932 et 1934) ; de MM. DELCROIX et MALZY en Guinée (1935) ; de M. GRIAULE en Abyssinie (1928) et au Soudan (1935) ; du R. P. TASTEVIN (1933) en Afrique occidentale et équatoriale ; de M. le gouverneur JULIEN (1927) et de M. DECARY (1930) à Madagascar.

Une mention spéciale doit être faite de la grande mission Dakar-Djibouti, qui, sous la direction de M. Marcel GRIAULE, assisté de MM. FAIVRE, LEIRIS, LUTTEN, LARGET, MOUCHET et SCHÆFFNER et de M[lle] LIFSZYC, a parcouru l'Afrique de l'Ouest à l'Est (1931-1933), rapportant une moisson exceptionnellement abondante de documents sur toutes les régions parcourues depuis le Sénégal jusqu'à l'Abyssinie.

En Amérique, nous signalerons les missions de MM. Paul VICTOR et Robert GESSEN au Groenland (1934-1935) ; de M. Paul COZE au Canada (1930) ; de M[lle] Yvonne ODDON aux États-Unis (1934-1935) ; de M. Georges DEVEREUX chez les Indiens Pueblo et de Californie (1933) ; de M[lle] Élizabeth DIJOUR chez les Indiens Thompson (1931), et en Bolivie (1932) ; de M. VELLARD au Brésil (1929) et au Paraguay (1932) ; de M. Alfred MÉTRAUX au Chaco (1932) ; de M. le général LANGLOIS au Pérou (1933).

En Asie, nous avons aidé aux enquêtes ethnologiques de M. Jacques WEULERSSE (1932), du lieutenant de BOUCHEMAN et de M. Robert MONTAGNE (1934-1935) en Syrie ; de M. HACKIN en Afghanistan (1930) ; de la Mission Centre-Asie dirigée par M. HAARDT (1933) ; de M[lle] Jeanne CUISINIER dans les États Malais (1932-1933) ; de M. Georges DEVEREUX chez les Moï d'Indochine (1933-1935).

En Océanie, le Père Patrick O'REILLY recueille les éléments pour sa thèse de doctorat dans l'île Bougainville (1934-1935) ; une mission organisée avec la collaboration belge et confiée à MM. MÉTRAUX et LAVACHERY, a exploré l'île de Pâques et la Polynésie orientale (1934-1935) ; M. AUBERT DE LA RÜE, au cours d'un voyage géologique aux Nouvelles-Hébrides (1934), a réuni d'importantes collections et se prépare à une nouvelle expédition vers les mêmes régions et les îles de la Polynésie méridionale (1935).

En Europe, M. André SCHÆFFNER a réalisé une mission musicologique dans les musées et instituts d'Angleterre et de Belgique (1934) et M[me] COCHET, un voyage dans les pays scandinaves et baltes (1935) ; enfin un de nos élèves, M. André HAUDRICOURT, est actuel-

lement en Russie, où il étudie, sous la direction du professeur VAVILOF, des problèmes d'ethno-botanique (1394-1935).

Tous ces voyageurs, avant de partir, s'ils ne sont pas spécialistes, reçoivent une préparation sommaire d'anthropométrie, d'ethnographie et de linguistique, et sont munis d'instructions (1) qui leur permettent de faire des observations utiles ; tous les ethnologues chargés de missions ont, en outre, invités à visiter tous les laboratoires du Muséum et à s'y faire donner des instructions indispensables pour pouvoir récolter des collections d'histoire naturelle destinées à enrichir l'établissement.



Fig. 6. — Un magasin ethnographique en 1935.

Toutes ces missions, sans exception, ont apporté au Laboratoire d'anthropologie et au Musée d'Ethnographie des collections de première qualité.

Mais des collections ne prennent toute leur valeur que par les travaux auxquels elles donnent lieu, soit du fait des collecteurs eux-mêmes, soit, lorsque ces collecteurs n'ont ni le temps, ni les possibilités de se livrer à cette étude, du fait d'ethnologues spécialisés. Ceci rend indispensable l'existence d'organismes, où chacun peut venir exposer ses idées et les résultats de ses recherches, organismes capables également de prendre à leur charge la publication de ces études.

Pour avoir toute leur efficacité, ces organismes doivent être orientés suivant deux conceptions différentes : les uns doivent être des organismes de synthèse où les spécialistes qui se consacrent à chacune des branches de l'ethnologie ou aux multiples sciences susceptibles de lui être utiles peuvent échanger leurs idées, confronter leurs conclusions, discuter leurs hypothèses et s'entr'aider de leurs conseils. Une société de cette nature a été créée en 1911, à Paris, où elle siège

(1) Instructions anthropométriques, Paris, Laboratoire d'anthropologie du Muséum, 1913. — Instructions sommaires pour les collecteurs d'objets ethnographiques, Paris, Musée d'Ethnographie, 1931. — COHEN (Marcel), Instructions d'enquête linguistique, Paris, Institut d'Ethnologie de l'Université de Paris, 1928 ; Questionnaire linguistique I et II (*Ibid.*, Paris, 1928). — Instructions sommaires sur la tache pigmentaire congénitale, Paris, Laboratoire d'anthropologie, (dactylographiées).

au Laboratoire d'anthropologie du Muséum, sous le nom d'Institut français d'anthropologie. Elle réunit chaque mois anthropologues, ethnographes, sociologues, préhistoriens, archéologues, linguistes, biologistes, physiologistes, paléontologistes, géographes, historiens, géologues, zoologistes, botanistes, etc... Le succès de ce groupement s'est affirmé d'année en année. Le bénéfice que les membres de cette Société ont retiré de leur mise en contact est inestimable.

Le plus grand journal d'anthropologie de France et même du monde, *L'Anthropologie*, en publiant les comptes rendus des séances de l'Institut français d'anthropologie, leur assure la plus large publicité et permet la publication intégrale d'un très grand nombre des communications qui y sont faites.

Il n'y saurait pourtant suffire, et c'est pourquoi des Sociétés spécialisées ont été créées où les chercheurs qui se consacrent à l'étude d'un continent peuvent se grouper, mettre en commun et publier les résultats qu'ils ont obtenus dans les diverses branches où s'est orientée leur activité. La Société des Américanistes de Paris, fondée en 1895, la Société des Africanistes, créée en 1930, dont le siège social est également au laboratoire d'anthropologie du Muséum, répondent à ce but. L'une et l'autre ont également assumé la tâche d'établir chaque année, dans leur *Journal* respectif, une bibliographie complète de la production scientifique pour chacun des deux continents à l'étude desquels elles se sont consacrées.

Il n'y avait pas lieu pour l'Asie de créer un organisme analogue, puisque la Société asiatique, depuis 1822, a assumé cette tâche avec un rare bonheur.

Par contre, il était nécessaire de donner au Musée d'Ethnographie un organe destiné à accueillir de courtes notes sur les collections, à signaler ses enrichissements et à marquer les étapes de sa réorganisation ; c'est ainsi que naquit, en 1931, le *Bulletin du Musée d'Ethnographie du Trocadéro.*

Mais toutes ces revues ne suffisaient pas à absorber la production ethnologique, puisqu'elles ne pouvaient accueillir que des mémoires de dimensions restreintes ; il était donc indispensable de penser à une collection où de longues monographies, des thèses notamment, pourraient être publiées. C'est à cette nécessité que répondent les *Travaux et Mémoires de l'Institut d'Ethnologie* de l'Université de Paris, qui comptent actuellement vingt volumes, dont chacun ne comporte qu'un seul travail.

Nous espérons avoir démontré comment tout se tient dans le vaste plan que nous avons voulu réaliser en associant la recherche scientifique, la collaboration des travailleurs, la documentation, la formation et le recrutement des élèves, et enfin la publication des travaux. Il nous faut maintenant indiquer l'œuvre qui reste à accomplir pour assurer à tout cet appareil la meilleure utilisation et le maximum de rendement.

III. — LES PROJETS

Il s'en faut que l'organisation ethnologique en France, malgré les résultats acquis, soit parfaite. L'ethnologie est une science tard venue, qui s'est constituée sans plan d'ensemble et au gré d'initiatives officielles ou privées (l'École d'anthropologie en est l'exemple le plus brillant), et qui n'a pas encore eu le temps ni l'occasion de coordonner tous ces efforts, de grouper toutes les bonnes volontés, de totaliser toutes ces ressources. L'étranger qui vient à Paris est un peu désorienté devant ces organismes multiples dispersés, et en retire une impression défavorable de désordre et d'incohérence. Il trouve, au Muséum d'histoire naturelle, un laboratoire d'anthropologie avec une riche bibliothèque, à laquelle s'annexent les bibliothèques des Sociétés des Américanistes, des Africanistes et de l'Institut français d'anthropologie qui s'y abritent, avec la plus belle collection ostéologique ethnique du monde, installée dans des locaux éloignés du laboratoire lui-même ; à l'autre extrémité de Paris, le Musée d'Ethnographie du Trocadéro, avec ses admirables collections et une bibliothèque, modèle d'organisation moderne, mais fatalement incomplète; à la Sorbonne, l'Institut d'Ethnologie de l'Université de Paris ; ailleurs, des sociétés logées dans des locaux insuffisants, réduites par la dureté des temps à laisser des bibliothèques parfois très importantes dans l'abandon, faute de ressources suffisantes pour les confier à un technicien.

L'étudiant et le chercheur perdent un temps précieux à se rendre d'un de ces centres à l'autre, parce qu'ils ne trouvent dans aucun d'eux la documentation complète dont ils ont besoin.

Cette dispersion n'entraîne pas seulement des pertes de temps ; elle représente également une mauvaise utilisation des maigres ressources dont dispose l'ethnologie, mauvaise utilisation qui se traduit par un véritable gaspillage, aucune coordination n'existant entre les divers organismes publics et privés pour les achats de livres ou les échanges de publications. Elle aboutit enfin, ce qui est plus grave, à un gaspillage d'énergies et de bonnes volontés, chacun de ces organismes en captant une partie pour une action fatalement insuffisante, alors que le groupement leur donnerait une efficacité décuplée.

Ce groupement si désirable est réalisable immédiatement pour tous les organismes qui dépendent de l'État. Nous avons déjà dit que le Musée d'Ethnographie a été rattaché au Laboratoire d'Anthropologie du Muséum. Pour que ce rattachement si utile, qui répond, nous l'avons montré, à l'esprit de la chaire d'anthropologie, depuis sa fondation, produise son plein effet, il est indispensable que, dans le plus bref délai possible, ce rattachement aboutisse à une véritable fusion, autrement dit que les collections ostéologiques et les collections ethnographiques soient réunies dans un même bâtiment, et que les bibliothèques du Laboratoire et des Sociétés qui y ont trouvé asile et la bibliothèque du Musée soient centralisées sous la direction d'un bibliothécaire unique.

Le professeur d'anthropologie du Muséum est secrétaire général de l'Institut d'Ethnologie de l'Université de Paris. La nécessité de cette collaboration entre le Muséum et l'Université, qui devrait être une règle générale pour toutes les disciplines communes, s'imposait plus particulièrement pour l'ethnologie, l'enseignement de cette science ne pouvant

se concevoir d'une façon théorique et requérant une initiation technique qui ne peut s'acquérir qu'au contact des collections. De fait, les travaux pratiques, qui sont obligatoires pour tous les élèves, ne peuvent avoir lieu qu'au Laboratoire du Muséum ou au Musée d'Ethnographie du Trocadéro. Combien le lien qui unit la Sorbonne au Muséum serait plus solide et plus durable, si le siège même de l'Institut d'Ethnologie de l'Université était transporté dans le local commun où nous voudrions voir réunies les collections ostéologiques et ethnographiques. Avantage évident pour les élèves qui trouveraient centralisées toutes les ressources dont ils ont besoin, avantage non moins évident pour les maîtres qui auraient sous la main toute la documentation nécessaire pour l'illustration concrète de leur enseignement. Nous croyons savoir que cette idée ne rencontrerait aucune opposition de la part de l'Université.

Comment peut-on envisager la réalisation de ce plan de coordination ? Il ne semble pas qu'on puisse songer à opérer ce rassemblement sur les terrains mêmes du Muséum d'histoire naturelle. L'espace manque pour les vastes bâtiments qu'il nécessite; l'heure est peu propice pour obtenir les crédits importants nécessaires pour leur construction et leur aménagement. Le Palais du Trocadéro, au contraire, offre toutes les possibilités de réalisation désirables.

L'Exposition internationale de 1937 ayant reçu la libre disposition de tous les locaux actuellement occupés par le Théâtre national populaire, il en est résulté un vaste projet de modernisation et d'extension du Palais du Trocadéro. Au moment où nous livrons notre travail à l'impression, ce projet, établi par les nouveaux architectes du Trocadéro, MM. Boileau et Carlu, et tenant compte, fort heureusement, des besoins que nous venons d'exposer, comporte pour le Musée d'Ethnographie des aménagements qui tripleraient la surface de ses salles d'expositions et de ses magasins, lui permettraient d'abriter une bibliothèque de 300 000 volumes et le doteraient de salles de conférences et de locaux assez spacieux pour rassembler tous les organismes dont il a été question plus haut.

C'est ainsi que les Sociétés des Africanistes et des Américanistes et l'Institut Français d'Anthropologie pourraient transporter dans les nouveaux locaux leurs sièges sociaux et leurs bibliothèques, dont elles accepteraient la fusion avec la bibliothèque de l'établissement. Dès maintenant, la Société Préhistorique Française les a devancés dans cette voie, et il est à penser que d'autres groupements suivront cet exemple, attirés par l'économie réalisée et par l'intérêt d'une mise en commun de leurs richesses sous la direction d'un bibliothécaire unique.

Le Musée de la Marine viendrait s'installer dans une des ailes auprès du Musée de Sculpture comparée, qui bénéficierait également d'un accroissement de superficie. Le Théâtre national populaire qui, par son voisinage, expose les précieuses collections des deux musées à des risques d'incendie, et dont l'acoustique et les aménagements sont défectueux, serait transporté dans un autre bâtiment.

Il n'est pas téméraire de penser qu'à la fin de 1938 l'œuvre sera réalisée et que la France sera dotée d'un véritable « temple de l'Homme ».

En même temps que s'exécutera ce programme, il nous faudra poursuivre une autre tâche, aussi nécessaire, et déjà en voie de réalisation.

Il est naturel que l'activité des ethnologues français se porte principalement vers l'étude de l'empire colonial français. Or, cette étude, qui trop longtemps a été livrée au hasard, peut et doit devenir systématique, maintenant qu'une petite armée de chercheurs spécialisés a été créée grâce à l'enseignement de l'Institut d'Ethnologie de l'Université de Paris. Il est nécessaire que, dans chacune de nos principales colonies, soient constitués des centres d'enquêtes ethnologiques et des musées locaux permettant aux touristes, aux colons, aux fonctionnaires, de se documenter sur place sur les coutumes des populations qu'ils visitent, avec lesquelles ils travaillent ou qu'ils administrent.

Ces centres d'étude travailleraient suivant un plan systématique, grouperaient, coordonneraient, orienteraient et stimuleraient toutes les bonnes volontés, et enfin serviraient d'organes de liaison avec le centre métropolitain.

Il est bien certain qu'il ne saurait être question d'imposer à chaque colonie une règle uniforme pour cette organisation. Dans chacune d'elles, les modalités de réalisation devront s'adapter aux conditions locales. De même qu'en Indochine le centre d'enquête s'est tout naturellement constitué à l'École française d'Extrême-Orient, au Maroc, il devrait trouver sa place à l'Institut des Hautes-Études marocaines, et, à Madagascar, il ne saurait se concevoir sans la collaboration intime de l'Académie malgache.

L'heure n'est évidemment pas très propice à ces créations. Cependant le centre d'enquête indochinois fonctionne depuis trois ans et le principe de la création d'un musée à Dalat a été adopté; en Syrie, l'Institut français de Damas a créé un centre similaire depuis un an; en Afrique occidentale française, le local du Musée est déjà désigné, et M. le gouverneur général Brévié en poursuit la réalisation. A Madagascar, un projet semblable est à l'étude. La crise terminée, la prospérité revenue, nous ne doutons pas que les réalisations ne se précipitent.

Ainsi se créerait entre les ethnologues de la métropole et les ethnologues de la colonie une liaison permanente qui permettrait un échange constant d'idées et de suggestions sans aucun doute extrêmement fécond, et profitable aux uns comme aux autres.

L'ethnologie moderne ne peut plus se satisfaire d'enquêtes superficielles et extensives ; elle doit s'orienter vers les travaux en profondeur et coordonnés. Seuls des centres organisés, avec un personnel soigneusement préparé à cette tâche, peuvent susciter et pousuivre des recherches suivant un plan d'ensemble. Ces centres coloniaux auraient un autre avantage, si, comme on doit l'espérer, une collaboration confiante s'établit et est maintenue avec le centre métropolitain. Cette collaboration ne doit pas être « à sens unique », mais à double courant, c'est-à-dire que nous attachons autant, sinon plus, d'importance aux suggestions qui viendront des hommes en contact direct avec les populations exotiques, qu'aux directives que les ethnologues métropolitains auront à leur soumettre. Si l'heure est passée du « curieux de la nature » qui s'improvise ethnologue, elle l'est également du savant qui médite dans son laboratoire face à face avec des choses mortes ou avec des livres. L'un et l'autre risquent de se tromper ou de faire une œuvre incomplète, le premier parce qu'il ne sait pas assez, le second parce qu'il n'a pas vu. A l'un, il faut l'initiation scientifique; à l'autre, le contact avec la réalité vivante. S'il est certain qu'un bon colonial doit avoir des notions d'ethnologie, il est non moins certain que l'on ne peut être un bon ethnologue sans

avoir vécu au milieu des indigènes. L'organisation que nous envisageons aurait l'immense avantage, du fait de la collaboration intime qui en est la condition même, non seulement de permettre un échange d'idées, mais de donner aux futurs maîtres de l'ethnologie l'occasion de compléter leur apprentissage théorique par une initiation pratique qui serait pour eux une épreuve aussi décisive que l'est l'épreuve du feu pour le soldat. L'air de la brousse, en pénétrant largement par cette voie dans nos laboratoires, dans nos musées, dans notre enseignement, ne peut qu'en renouveler l'atmosphère et la rendre plus vivifiante.

Chaire de Botanique

Cryptogamie

Professeur : Monsieur PIERRE ALLORGE



BORNET

La végétation muscinale des Pinsapares d'Andalousie

(Études de Bryogéographie ibérique I.)

Par PIERRE ALLORGE

Depuis le voyage d'Edmond BOISSIER en Andalousie, au cours duquel le grand floriste génevois découvrit, voilà près d'un siècle (1837), le Sapin d'Andalousie (*Albies Pinsapo* Boiss.) dans la Serrania de Ronda, de nombreux botanistes ont visité les forêts dominées par cette essence : WILLKOMM, BOURGEAU, GANDOGER, R. CHODAT, Em. HUGUET DEL VILLAR, J. CUATRECASAS et bien d'autres encore, sans doute. De leur côté, les forestiers et les dendrologues n'ont pas manqué d'étudier ces peuplements et l'arbre qui les constitue. C'est à eux que l'on doit, en particulier, deux monographies récentes du *Pinsapo* : celle de L. CEBALLOS et M. BOLANOS, celle d'A. BARBEY, petit-fils de BOISSIER.

Après avoir formé des forêts denses et étendues, le *Pinsapo* a vu son domaine se morceler et se réduire sous l'action simultanée et continue des troupeaux, des incendies et des exploitations abusives, ce qui a contribué à accentuer les effets défavorables d'un climat déjà sévère pour l'arbre. Deux massifs importants existent encore : l'un, d'une superficie de 550 hectares, est situé sur le versant Nord-Ouest de la Sierra de las Nieves, entre 1 200 et 1 700 mètres ; l'autre (200 hectares environ), au Nord de Grazalema, est accroché aux pentes septentrionales de la Sierra del Pinar, entre 1 000 et 1 650 mètres (1).

Ce sont ces deux Pinsapares, parcourus par moi en mai 1934, qui feront l'objet de cette étude bryogéographique (2).

(1) Dans la Sierra de Tolox, on rencontre aussi des peuplements fort dégradés, très entamés, lambeaux d'une forêt étendue, et dans la Sierra Bermeja, au versant Nord de la Cumbre de los Reales, entre 1 100 et 1 450 mètres, un massif d'une cinquantaine d'hectares représente ce qui reste de la Sapinière où BOISSIER vit pour la première fois son *Abies*. D'après les forestiers espagnols, des petits massifs et des arbres isolés se rencontrent encore çà et là dans les Sierras de Hidalga, d'Alcor, del Real, de Libar, etc.

(2) Je tiens à remercier tout particulièrement M. BERUTICH LLINAS, directeur du Patronato Nacional de Turismo de Ronda, qui s'est entremis auprès du propriétaire du Cortijo de Quejigales pour que nous puissions séjourner, ma femme et moi, dans ce rudimentaire, mais fort précieux abri, situé à quelques centaines de mètres des premiers Pinsapares de la Sierra de las Nieves. Quant au Pinsapar de la Sierra del Pinar, il est très facilement accessible de Grazalema, où l'hôte de la Fonda Dorado fait bon accueil aux naturalistes et leur enseigne les voies d'accès à la forêt.

La structure de ces forêts, l'histoire de leur décadence, la flore vasculaire qui les accompagne, la biologie et l'écologie du Pinsapo lui-même sont assez bien connues, ainsi que la faune entomologique qui lui est liée, mais rien ou presque rien n'a été publié sur la végétation cryptogamique qui peuple ces massifs. En ce qui regarde les Muscinées, sujet spécial de cette étude, le nombre des espèces signalées est très faible, alors qu'en réalité elles sont largement représentées dans ces Sapinières (1). Indicateurs du climat régional et réactifs très sensibles du microclimat, ces végétaux acquièrent une signification importante, mais généralement méconnue, pour l'interprétation des groupements silvatiques et de leurs stades progressifs ou régressifs ; cette étude complétera donc utilement la documentation phytogéographique que l'on possède déjà sur une des biocœnoses les plus remarquables du Bassin de la Méditerranée.

I. — Le milieu et la végétation.

Les forêts de Pinsapo sont toutes incluses dans le sous-étage froid de l'étage méditerranéen humide, tel qu'il a été défini par L. Emberger dans un travail récent sur la végétation méditerranéenne : pluviosité élevée et basse moyenne des minima du mois le plus froid sont les deux caractéristiques essentielles du climat correspondant à ce sous-étage et aux microaires occupées par le Sapin d'Andalousie. A la Sierra de las Nieves, les précipitations annuelles sont évaluées à 1 500-1 600 millimètres ; à la Sierra del Pinar, elles atteignent 2 300 millimètres, ce qui fait sans doute de cette localité l'une des plus arrosées de toute la Péninsule (Santiago de Compostella, en Galice maritime, ne reçoit que 1 700 millimètres). Mais les pluies tombent surtout par averses torrentielles et prolongées (jusqu'à 278 millimètres en vingt-quatre heures à Grazalema) et durant cinq mois, de mai à octobre, la lame d'eau ne dépasse pas 100 millimètres. Dans son ensemble, la végétation garde donc un caractère xérophile marqué.

Quant à la température, on peut donner les chiffres suivants pour la Sierra del Pinar :

Température moyenne annuelle	11°
— — du mois le plus chaud	18°,5
— — du mois le plus froid	3°
Moyenne des maxima absolus	30°
— des minima absolus	— 10°

A la Sierra de las Nieves, les données seraient sans doute très comparables.

D'après Em. Huguet del Villar, le sol, formé aux dépens de roches calcaires (calcaires dolomitiques compacts du Trias supérieur à la Sierra de las Nieves, calcaires durs liasiques à la Sierra del Pinar), montre dans les parties les moins dégradées des Sapinières un profil comportant un horizon superficiel, humifère, à la réaction alcaline (pH 7,3), puis un horizon riche en sesquioxydes, à réaction légèrement acide (pH = 6,9), reposant sur

(1) En groupant tous les renseignements recueillis dans les publications et les herbiers, je n'ai pu relever que 11 espèces, dont 4 seulement proviennent des Pinsapares mêmes : *Orthotrichum Lyellii* H. et T., *O. affine* Schrad., *Antitrichia californica* Sull. et *Ptilium crista-castrensis* D. N. Le nombre des espèces et variétés que j'ai observées ou récoltées est de 108.

la roche mère (pH = 7,2). Pour l'horizon humifère, j'ai obtenu des chiffres analogues ou très voisins : 7,1 à la Sierra del Pinar, 7,2 et 7,3 à la Sierra de las Nieves vers la cañada (ravin) de la Hiedra.

Cet horizon humifère n'occupe plus que des surfaces réduites ; il représente le sol forestier primitif, en équilibre avec l'état silvatique optimum de la Sapinière (pédoclimax). Mais ici, comme dans toute la région méditerranéenne, les facteurs anthropozoogènes ont déclenché une régression édaphique accentuée par le climat et corrélative de la dégradation de la forêt. Éboulis mouvants comme à la Sierra del Pinar, pentes pétrées au sol squelettique comme à la Sierra de las Nieves, où les roches dénudées blanches et grises, dalles polies, crêtes tourmentées alternant avec des plaques de terre rougeâtre, nappes d'argile sanglante empâtant les blocs éboulés comme dans le ravin des Carboneros, tels sont les termes ultimes de cette dégradation : paysages souvent décrits par les géographes et que connaissent tous ceux qui ont cheminé à travers les Sierras calcaires du Levant et de l'Andalousie.

Dans les conditions les meilleures où l'on puisse la trouver, c'est-à-dire dans les gorges fraîches qui entaillent le bord du plateau supérieur de la Sierra de las Nieves, à l'exposition Nord-Ouest, la forêt de Pinsapo se présente en futaie assez dense formée de très vieux arbres pouvant atteindre 30 mètres de hauteur, à cime étalée, à tronc souvent déformé, dépassant chez certains arbres $1^{m},50$ de diamètre à hauteur de poitrine. Le Pinsapo forme à lui seul la strate arborescente et, sous ce couvert épais, la strate arbustive et suffrutescente reste très claire : *Sorbus Aria* Crantz, *Viburnum Tinus* L., *Daphne Laureola* L. var. *latifolia* Coss., *Acer granatense* Boiss., *Berberis hispanica* Boiss. et Reut., des Aubépines (*Cratægus laciniata* Ucria, *C. monogyna* Jacq.). Comme le Pinsapo lui-même, tous ces arbustes s'installent aussi aux parois des gorges, dans les fissures où le *Rhamnus myrtifolia* Willk. plaque ses espaliers tortillés et sur les corniches où le Lierre envoie d'énormes masses de verdure sombre. La strate herbacée, très discontinue, se compose d'espèces silvatiques, géophytes surtout, favorisées par le sol meuble et frais recouvert d'aiguilles, de menues brindilles et de rares débris de cônes : *Scilla hispanica* Mill., *Cephalanthera longifolia* (Huds.) Fritsch, *Epipactis latifolia* All., *Iris fœtidissima* L., *Pæonia coriacea* Boiss., *Helleborus fœtidus* L., *Ionopsidium Prolongoi* (Boiss.) Batt., *Geranium lucidum* L., *G. purpureum* Vill., *Bunium Macuca* Boiss., *Saxifraga glaucescens* Boiss. et Reut., *Doronicum scorpioides* Lam. Dans les fissures des rochers recouverts de somptueuses draperies de Mousses, les Fougères (*Asplenium Ceterach* L., *A. Trichomanes* L., *Cystopteris filix-fragilis* (L.) Chiov. se mêlent au *Saxifraga globulifera* Desf. var. *granatensis* (Boiss. et Reut.) Engl. et Irmsch., à l'*Arabis verna* (L.) R. Br., au *Sedum dasyphyllum* L. var. *glanduliferum* (Guss.) Moris. Les troncs énormes couverts de *Sticta*, d'*Antitrichia*, de *Leucodon*, les branches frangées d'*Usnea*, d'*Evernia* et de *Platysma*, les vieux fûts écorcés encore debout ou gisants sur le sol, complètent l'aspect impressionnant de cette silve. Mais, sous la voûte magnifique et silencieuse des arbres plusieurs fois centenaires, c'est en vain que l'on cherche de jeunes Sapins ; aucune plantule ne jaillit du sol. La forêt encore vivante est déjà morte (1).

(1) A la Sierra del Pinar, où le Pinsapo est mélangé, dans la partie basse de la Sierra, au *Quercus faginea* Lam. var. *alpestris* (Boiss.) Per Cout., on constate, au contraire, l'existence de Sapins de tous âges et de plantules nombreuses dans les parties fraîches.

Partout ailleurs que dans ces ravins, la forêt est très clairiérée et offre tous les aspects, depuis la fûtaie très ouverte, envahie par les broussailles héliophiles, jusqu'aux petits groupes d'arbres dispersés dans un désert rocailleux. Vers le haut des pentes, au bord du plateau supérieur (1 650-1 700 mètres), le Pinsapar cesse brusquement (Pl. I, phot. 1). Il est remplacé par une association xérophile où dominent les chaméphytes ligneux et les nanophanérophytes bas : dômes sombres et vulnérants de l'*Erinacea Anthyllis* Link, boules épineuses de l'*Alyssum spinosum* L., bombements blanchâtres du *Lavandula tomentosa* (L. fil.) Pau disputent les fissures de la roche aux larges tapis des Genévriers et aux buissons hérissés de l'*Ulex bæticus* Boiss.

Sur les pentes de la Sierra del Pinar, ce même groupement a pris une extension considérable, occupant les éboulis et les rocailles après la destruction d'une partie du Pinsapar (Pl. II, phot. 2 et 3).

Ce matorral à *Erinacea* et *Alyssum spinosum*, association subclimatique substituée à la forêt, se retrouve avec des variantes dans les montagnes surtout calcaires d'une grande partie de l'Espagne, des Pyrénées à la Sierra Nevada, et du Maroc.

Vers la lisière inférieure des Pinsapares, sur les nappes d'argile entraînées par le ruissellement, des prairies d'Asphodèles (*Asphodelus cerasiferus* Gay) parsemées d'Aubépines, d'Ajonc et d'Épine-Vinette alternent avec de chétives cultures, autre aspect de la ruine forestière provoquée et entretenue par l'homme et ses troupeaux.

II. — Les groupements muscinaux.

Trois types de substratums s'offrent à la végétation muscinale, soit dans les Pinsapares eux-mêmes, soit sur les aires qu'ils occupaient autrefois : les arbres avec leur tronc et leur ramure, les rochers et le sol. Trois groupes d'associations peuvent donc être distingués : associations corticoles, associations saxicoles et associations terricoles.

Associations corticoles. — L'écorce écailleuse et crevassée des vieux Pinsapos est un substratum très favorable à l'installation des Muscinées corticoles. Le groupement (association à *Orthotrichum Lyellii* et *Antitrichia californica*) qui peuple le tronc et les branches est relativement riche et comprend les espèces et variétés suivantes (1) :

NP. *Metzgeria furcata* Lindb.
NP. *Frullania dilatata* (L.) Dum.
NP. *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr.
N. *Tortula princeps* D. N.
NP. *Zygodon viridissimus* Mitt. (2).
NP. f. *Orthotrichum Lyellii* H. et T.
N. f. *O. tenellum* Bruch.
N. f. *O. speciosum* Nees.
NP. f. *O. affine* Schrad.
NP. *Leucodon morensis* D. N.
NP. *Antitrichia curtipendula* (Hedw.) Brid.
NP. f. *A. californica* Sull.
NP. *Pterogonium gracile* (Hedw.) Br. eur.
NP. *Leptodon Smithii* (Hedw.) Mohr.

des peuplements, indice d'une régénération naturelle active (Pl. I, phot. 3). Quelques mesures de protection permettraient donc une reconstitution facile de cette forêt.

(1) Dans cette liste, la lettre N désigne les espèces rencontrées dans le Pinsapar de la Sierra de las Nieves ; la lettre P, celles qui proviennent du Pinsapar de la Sierra del Pinar. La lettre *f* signale les espèces observées avec capsules.

(2) Subsp. *eu-viridissimus* Malta.

P. *Neckera cephalonica* Jur.
NP. *Habrodon perpusillus* (D. N.) Lindb.
N. f. *Fabronia pusilla* Raddi.
NP. *Camptothecium aureum* (Lag.) Br. eur.
NP. *Homalothecium sericeum* (Hedw.) Br. eur.
NP. *Cirriphyllum crassinervium* (Tayl.) Fl. et W.
NP. *Eurhynchium meridionale* (Schimp.) D. N.
NP. *Scleropodium illecebrum* (Hedw.) Br. eur. (1).
N. *Pterigynandrum filiforme* Hedw. (2).
N. *Hypnum resupinatum* Wils.
NP. *H. cupressiforme* Hedw. var. *uncinatum* Boul.
NP. *H. cupressiforme* Hedw. var. *filiforme* Brid.

Le triage écologique des éléments de cette liste permet de distinguer plusieurs catégories de corticoles. Tout d'abord un petit groupe, qui constitue le noyau caractéristique de l'association, comprend les espèces exclusivement, ou presque, corticoles : ce sont, avec les quatre Orthotrics, *Sygodon viridissimus* subsp. *eu-viridissimus*, *Habrodon perpusillus* et *Neckera cephalonica* (3). Dans une deuxième catégorie, corticoles électives et préférantes, on peut placer les Muscinées qui également se rencontrent, mais avec une fréquence moindre, sur les rochers : *Metzgeria furcata, Frullania dilatata, Leucodon morensis, Pterigynandrum filiforme, Hypnum resupinatum, H. cupressiforme* var. *filiforme.* Une troisième catégorie, renfermant les espèces indifféremment corticoles ou saxicoles, groupe les *Antitrichia, Pterogonium gracile, Leptodon Smithii, Homalothecium sericeum.* Enfin, les corticoles facultatives ou accidentelles forment une quatrième catégorie où voisinent des espèces généralement saxicoles (*Tortella tortuosa, Eurhynchium meridionale, Cirriphyllum crassinervium*) ou saxicoles-terricoles (*Tortula princeps, Camptothecium aureum, Scleropodium illecebrum*) ; ces Mousses sont d'ailleurs localisées à la base des troncs, ne s'élevant pas au-dessus de 1 mètre ou 1^{m},50.

Les conditions dans lesquelles ce groupement trouve son optimum, révélé par la densité du peuplement et sa richesse floristique, sont réalisées dans les parties les plus fermées des Pinsapares (4), sur la portion inférieure des troncs, entre 1 mètre et 3-4 mètres, c'est-à-dire dans la strate où un état hygrométrique élevé et peu variable s'accompagne d'une luminosité faible. Dans cette station, certaines espèces, *Antitrichia californica, Leucodon morensis, Homalothecium sericeum,* se développent en larges plaques (Pl. III, phot. 1), qui peuvent confluer en manchons irréguliers atteignant 50-75 centimètres de hauteur. Sur les branches et branchettes, le groupement se réduit à quelques espèces : l'*Antitrichia californica* et les Orthotrics. C'est ici que l'*Orthotrichum Lyellii* est le plus abondant, atteignant la cime des arbres (5), couvrant rameaux et ramilles auxquels ses touffes globuleuses donnent un aspect toruleux typique (Pl. III, phot. 2).

Vers la lisière des massifs, l'association s'appauvrit graduellement, les espèces les plus sensibles aux grandes variations de l'état hygrométrique, comme *Habrodon perpusillus, Orthotrichum tenellum, Pterigynandrum filiforme,* disparaissant les premières. Sur les arbres

(1) Et var. *piliferum* D. N.

(2) Et var. *filescens* Boul.

(3) A la Sierra de la Luna, près Algésiras, j'ai rencontré quelques brins de cette espèce sur des pans de grès, au voisinage d'arbres (*Quercus faginea* Lam.), où elle était très abondante et fertile.

(4) La plupart des espèces de l'association se retrouvent aussi sur les troncs et les branches des *Quercus faginea* var. *alpestris*, mêlés aux Pinsapos dans la partie inférieure du Pinsapar de la Sierra del Pinar.

(5) D'après des observations faites sur un Pinsapo abattu par un récent orage et mesurant environ 25 mètres de hauteur. L'*Antitrichia californica* se trouvait encore sur des branches vers 20 mètres. Sur le tronc, les autres Muscinées cessaient vers 10-12 mètres.

isolés qui jalonnent les reculs de la forêt, persistent seuls *Orthotrichum Lyellii, Leucodon morensis* et *Antitrichia californica*. Ce sont ces mêmes espèces que l'on retrouve sur les *Cratægus* et les *Berberis,* aux pentes découvertes de la Sierra del Pinar et dans les matorrales de la Sierra de las Nieves, en pleine lumière et soumises directement à une évaporation estivale intense : il s'agit donc de Mousses dont la marge d'ajustement écologique est très ample (1).

L'association à *Orthotrichum Lyellii* et *Antitrichia californica* existe dans une grande partie de la Péninsule, à l'exclusion du secteur ibéro-atlantique. J'ai pu constater son existence dans la vallée du Genil, près de Grenade, sur les Châtaigniers ; dans le Haut-Alemtejo, aux contreforts de la Sierra de S. Mamede (alt. 800-900 m.), sur Châtaigniers ; sur les pentes de la Sierra de Guadarrama, près de l'Escorial, sur Tauzins (alt. 980-1 050 m.) ; dans le Haut Tras-os-Montes, autour de Braganza, sur Tauzins (alt. 700-900 m.) ; sur le versant Sud de la chaîne Cantabrique (où elle atteint sa limite Nord), dans le forêt de Pardomino près Boñar, sur Hêtres et Chênes (Chêne sessile et Tauzin) et autour de Villablino, sur Tauzins (alt. 1 100 m.).

En dehors de l'Espagne et du Portugal, il est difficile de tracer la distribution de cette association ; on peut cependant, d'après la répartition connue de quelques-uns de ses constituants, admettre qu'elle se retrouve dans la plupart des forêts montagnardes du Bassin de la Méditerranée (Provence, Corse, Sardaigne, Sicile, Grèce continentale et insulaire, Liban, Kabylie, Rif, Atlas marocain).

Affine à l'association à *Ulota* et *Neckera pumila,* l'association à *Orthotrichum Lyellii* et *Antitrichia californica* s'en sépare nettement par sa composition floristique, son écologie et sa distribution. La fréquence de l'*Antitrichia californica,* la présence du *Fabronia pusilla* et du *Neckera cephalonica* l'en différencie positivement ; l'absence ou la grande rareté des *Ulota,* des *Isothecium,* du *Cryphæa arborea,* des *Neckera pumila* et *complanata,* des Hépatiques, l'en distingue négativement. La première, hyperhygrophile, exige un climat humide toute l'année ; la seconde, hypohygrophile, admet les longs étés sans pluie ; l'une peut caractériser les forêts de l'Ibérie atlantique, l'autre les forêts montagnardes de l'Ibérie méditerranéenne et centrale.

Associations saxicoles. — C'est dans les gorges boisées de la Sierra de las Nieves que la végétation muscinale saxicole acquiert également son plus beau développement ; les hautes parois calcaires verticales ou très inclinées exposées au Nord et au Nord-Ouest, avec leurs corniches ombreuses et leurs fentes fraîches, les rochers éboulés qui s'entassent sous les grands Sapins, les petits blocs eux-mêmes, disparaissent par places sous une couverture de Muscinées où tous les tons du vert, du jaune et du brun se juxtaposent et se mêlent.

(1) Dans les dédales du Trocal d'Antequera (massif calcaire karstique au Nord-Est de la Sierra de las Nieves, altitude 1 000-1 200 mètres), les Aubépines, également exposées à la pleine lumière et à une très forte évaporation, portent sur leurs rameaux les mêmes espèces associées. Il ne faut pas oublier que tous ces massifs montagneux du Nord de Malaga sont souvent baignés à la tombée du jour et durant la nuit, au printemps et en été, par des brouillards épais, comme j'ai pu le constater le 2 juin 1934 en traversant dans la soirée la Sierra Prieta pour descendre sur Malaga. La possibilité d'un ravitaillement en eau durant la saison sèche explique l'abondance relative des Mousses épiphytes dans des localités où elles sembleraient devoir être très rares.

Sur les pans des grands rochers, à la surface des blocs et sur leurs flancs, la population muscinale, où dominent les types calcicoles, sciaphiles et xérophiles pour la plupart, se compose des espèces et variétés suivantes (1) :

Madotheca lævigata (Schrad.) Dum.
M. platyphylla (L.) Dum.
Fissidens minutulus Sull.
F. cristatus Wils.
Ditrichum flexicaule (Schleich.) Hampe.
Dicranum scoparium Hedw.
Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.
Tortula ruralis (Hedw.) Sm.
f. *T. subulata* Hedw. (2).
f. *T. muralis* Hedw. var. *rupestris* Schultz.
Barbula cylindrica Tayl.
f. *B. commutata* Jur.
Grimmia gracilis Schleich.
f. *G. apocarpa* Hedw.
Bryum canariense Brid.
f. *B. torquescens* Br. eur.
f. *B. capillare* Hedw. var. *meridionale* Schimp.
f. *Bryum Donianum* Grev.
f. *Orthotrichum cupulatum* Hoffm.
Leucodon morensis D. N.
Antitrichia californica Sull.
A. curtipendula (Hedw.) Brid.
Pterogonium gracile Hedw.
Leptodon Smithii (Hedw.) Mohr.
Neckera turgida Jur.
N. crispa Hedw.
Pseudoleskeella catenulata (Brid.) Kindb.
Camptothecium aureum (Lag.) Br. eur. (3).
Homalothecium sericeum (Hedw.) Br. eur. (4).
f. *H. fallax* Philib.
H. Philippeanum (Psr.) Br. eur.
Cirriphyllum crassinervium (Tayl.) Fl. et W. var. *tenue* Braithw.
Eurhynchium striatulum (Spr.) Br. eur.
Scleropodium illecebrum (Hedw.) Br. eur. var. *tenue* var. nov. (5).
Brachythecium velutinum (Hedw.) Br. eur.
Brachythecium glareosum (Bruch.) Br. eur.
Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.
Hypnum cupressiforme Hedw. var. *lacunosum* Brid.

L'analyse écologique et sociologique de cet ensemble montre qu'il est possible de distinguer ici trois groupements : les pans verticaux à *Neckera turgida*, où dominent les grandes pleurocarpes sciaphiles, les petits ressauts terreux à *Bryum canariense* et *Tortula subulata* et, au ras du sol, dans la strate la plus fraîche, les petits blocs à *Fissidens minutulus*.

Dans les fissures des rochers et dans les petites cavités fraîches, d'autres espèces s'associent. Ce sont :

f. *Reboulia hemisphærica* (L.) Raddi.
f. *Targionia hypophylla* L.
f. *Grimaldia fragrans* (Balb.) Corda.
Lunularia cruciata (L.) Dum.
Lejeunea cavifolia (Ehrh.) Lindb.
Fissidens taxifolius Hedw.
F. cristatus Wils.
f. *Distichium capillaceum* (Hedw.) Br. eur.
Weisia viridula Hedw. var. *stenocarpa* Br. germ.
Gymnostomum calcareum Br. germ.
Trichostomum crispulum Bruch.
Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.
Barbula cylindrica Tayl.
f. *Didymodon rubellus* (Hoffm.) Br. eur.
f. *Aloina aloides* (Koch) Lindb.
Encalypta streptocarpa Hedw.
f. *E. rhabdocarpa* Schwægr.
f. *Funaria convexa* Spr.
f. *Webera cruda* (Hedw.) Schwægr.
Bryum cirratum H. et H.
f. *Bartramia pomiformis* Hedw.
f. *Timmia bavarica* Hessl.

(1) Cette liste et la suivante correspondent à un relevé global effectué dans le Pinsapar de las Nieves, entre 1 350 et 1 500 mètres.
(2) Et var. *subinermis* (Br. et Schimp.) Wils.
(3) Sous une forme sciaphile, à rameaux grêles, allongés, à peine arqués, d'un vert doré.
(4) Et var. *tenue* Schlieph.
(5) Diffère du type par son aspect grêle, ses rameaux allongés, à extrémité aiguë.

Scorpiurium circinatum (Brid.) Broth.
Homalothecium sericeum (Hedw.) Br. eur. var. *piliferum* Roth.
Brachythecium velutinum (Hedw.) Br. eur. (1).
Eurhynchium meridionale (Schimp.) D. N. fo. *minor* fo. nov. (2).
Rhynchostegiella algiriana (Brid.) Broth.

Cet ensemble est surtout remarquable par la présence de plusieurs Hépatiques à thalle qui se réfugient ici dans les petites cryptes très abritées, station où les variations hygrothermiques restent de faible amplitude. Ces espèces thermophiles, auxquelles il faut joindre *Scorpiurium circinatum, Eurhynchium meridionale, Rhynchostegiella algiriana,* voisinent avec des orophiles telles que *Distichium capillaceum, Encalypta rhabdocarpa, Bryum cirratum, Timmia bavarica,* qui sont surtout sensibles aux déficits hygriques.

Comme les Muscinées épilithes de ces stations rocheuses, ces chasmophytes sont également des calcicoles strictes ou des indifférentes. La terre fine qui s'accumule dans les fissures présente une réaction alcaline franche (*p*H entre 7,1 et 7,3), sauf dans le cas des fissures à *Bartramia pomiformis* et *Webera cruda,* où la réaction devient acide (*p*H = 6,8-7).

Dans les parties plus éclairées des Pinsapares, ces Muscinées épilithes sciaphiles se maintiennent difficilement ; la plupart disparaissent avec la dégradation du couvert. Quelques espèces, au contraire, qui restaient effacées dans les massifs très sombres, prospèrent sur les rochers légèrement ombragés : *Leucodon morensis, Camptothecium aureum, Antitrichia californica* ont ici leur optimum (Pl. III, phot. 3 et 4). Elles peuvent même supporter la pleine lumière et les températures élevées des rochers apriques des pentes ; elles participent alors à une association d'espèces hyperxérophiles, où dominent les Mousses en coussinets denses et en gazons serrés. Ce sont des saxicoles et des terricoles qui s'établissent soit directement sur la roche, soit sur la terre (argile mêlée de graviers calcaires, *p*H = 7,1-7,2), qui se forme dans les petites cuvettes et sur les méplats de ces blocs exposés (3).

Les Mousses rencontrées dans ce type de station, sur les pentes de la Sierra del Pinar, entre 1 250 et 1 400 mètres, et aux lisières supérieures du Pinsapar de la Sierra de las Nieves, entre 1 600 et 1 650 mètres sont les suivantes :

f. *Encalypta vulgaris* Hedw.
Trichostomum crispulum Bruch var. *brevifolium* Schimp.
Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.
f. *Crossidium squamigerum* (Viv.) Jur.
Barbula vinealis Brid.
Tortula montana (Nees) Lindb.
f. *T. inermis* (Brid.) Mont.
f. *Grimmia apocarpa* Hedw.
f. *G. atro-fusca* Schimp.
f. *Grimmia orbicularis* Bruch.
f. *G. pulvinata* Sm.
f. *Bryum capillare* Hedw. var. *meridionale* Schimp.
f. *B. bicolor* Dicks. var. *dolioloides* Solms.
B. cæspiticium Hedw.
f. *Orthotrichum anomalum* Hedw.
Antitrichia californica Sull.
f. *Camptothecium aureum* (Lag.) Br. eur.
Homalothecium sericeum Br. eur. var. *robustum* Warnst.

(1) Sous une forme très grêle.
(2) Forme réduite dans toutes ses parties, très lâche.
(3) Le *Camptothecium aureum,* qui est considéré généralement comme calcifuge, végète et fructifie directement sur ces rochers calcaires.

Les divers groupements saxicoles rapidement analysés dans cette étude (1) se retrouvent dans presque toutes les montagnes calcaires ibériques (Sierra Nevada occidentale, Serrania de Cuenca, Baléares, Sierra de Cameros, Picos de Europa, entre autres) ; leur présence a été plus ou moins explicitement notée dans les autres massifs circumméditerranéens, certains atteignant l'Europe centrale (pans à *Neckera turgida*) ou les Iles britanniques (blocs à *Fissidens minutulus*).

ASSOCIATIONS TERRICOLES. — La strate muscinale terricole des Pinsapares est fort peu développée ; même dans les parties les plus fraîches, sur la terre riche en humus, on n'observe que de petites plages moussues très réduites. *Lophocolea cuspidata* Limpr., *Fissidens taxifolius* Hedw., *Mnium affine* Bland., *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Br. eur., *Scleropodium illecebrum* (Hedw.) Br. eur. fo. sont les seules Muscinées que j'ai pu observer (2). L'absence de la strate de grandes Hypnacées si caractéristique des forêts de l'Europe tempérée et froide est très frappante.

En dehors des espèces terricoles de rochers signalées plus haut, d'autres Mousses forment sur les petites pelouses rases à thérophytes une association bien individualisée. Ces pelouses découvertes, en pente faible ou planes, fortement piétinées par les troupeaux qui s'y rassemblent, sont établies sur un sol formé de terre fine et de graviers calcaires dont la réaction est légèrement acide ou neutre ($pH = 6,8$; $6,9$; 7). Entre le Puerto del Pinar et la lisière du Pinsapar (alt. ca. 1 250-1 350 mètres), j'ai pu relever les espèces suivantes dans cette station :

Cheilothela chloropus (Brid.) Lindb.
f. *Ceratodon corsicus* Schimp.
Pleurochæte squarrosa (Brid.) Lindb.
Barbula convoluta Hedw.
B. vinealis Brid.
Tortula ruraliformis Besch.
f. *Funaria hygrometrica* Sibth.
Bryum cæspiticium Hedw.
f. *B. capillare* Hedw.
B. argenteum Hedw. var. *lanatum* P. B.
Scleropodium illecebrum (Hedw.) Br. eur.
Camptothecium aureum (Lag.) Br. eur.
f. *Polytrichum juniperinum* Hedw.

Ce groupement s'apparente aux pelouses à *Triquetrella*, si caractéristiques des sols granitiques et schisteux de l'Ibérie sèche centrale et occidentale, entre 500 et 1 000 mètres.

III. — Les éléments de la bryoflore.

Les 108 Muscinées rencontrées dans les Pinsapares et sur leurs lisières se répartissent entre les éléments géographiques suivants :

(1) Il faudrait encore signaler un petit groupement observé dans un des ravins proches de Quejigales, sur des pans rocheux inclinés, temporairement arrosés par les eaux qui s'écoulent du plateau supérieur de la Sierra de las Nieves, lors de la fonte des neiges et après les averses. Plusieurs Mousses hygro- et hydrophiles sont réunies ici : *Eucladium verticillatum* Br. eur., *Didymodon tophaceus* (Brid.) Jur., *Cinclidotus fontinaloides* (Hedw.) P. B., *Bryum gemmiparum* D. N., *Cratoneurum filicinum* (Hedw.) Roth. C'est un fragment d'une association largement répandue dans la Péninsule. D'autres groupements saxicoles hydrophiles doivent exister dans la partie orientale de la Sierra de las Nieves, où sont indiquées des sources de rochers.

(2) Le *Ptilium crista-castrensis* D. N., indiqué par R. CHODAT dans le Pinsapar de la Sierra del Pinar, doit appartenir aussi à cette strate silvatique terricole. Je n'ai pu retrouver cette Mousse, qui n'a pas été rencontrée ailleurs dans la Péninsule (en dehors des Pyrénées). Sa présence dans les Sapinières andalouses est vraisemblable, car c'est une espèce liée aux forêts de résineux.

Élément méditerranéen	40
— circumboréal	37
— cosmopolite	23
— eurasiatique	5
— atlantique	3

C'est la dominance de l'élément méditerranéen qui donne à cette flore son caractère essentiel (1). Ce caractère est encore accentué si l'on inclut dans ce groupe les espèces circumboréales et cosmopolites possédant en Europe leur maximum de répansion dans le Bassin de la Méditerranée (par exemple *Targionia hypophylla, Gymnostomum calcareum, Trichostomum crispulum*). Le total des méditerranéennes se trouve porté alors à 45, soit près de 43 p. 100 de l'ensemble.

Parmi ces méditerranéennes, il faut surtout signaler les espèces disjointes, relativement nombreuses (plus du quart), appartenant pour la plupart au type de disjonction méditerranéo-californien : *Crossidium squamigerum, Bryum canariense, Orthotrichum tenellum, Tortula inermis, Antitrichia californica, Neckera turgida, Scleropodium illecebrum, Camptothecium aureum*). Se retrouvent aussi dans l'Ouest de l'Amérique du Nord tempérée et chaude *Pterogonium gracile, Leptodon Smithii, Tortula princeps,* qui ont des aires disjointes dans les régions à climat méditerranéen de l'hémisphère austral. *Fabronia pusilla* est disjointe dans le Sud-Est des États-Unis. Plusieurs de ces Mousses, auxquelles on peut ajouter *Habrodon perpusillus, Cheilothela chloropus, Pleurochæte squarrosa,* représentent des genres monotypes ou oligotypes anciens, d'origine tertiaire.

Certaines de ces espèces méditerranéennes atteignent dans les Pinsapares des altitudes élevées. Ainsi, *Habrodon perpusillus* dépasse 1 600 mètres, *Leptodon Smithii* arrive jusqu'à 1 650 mètres, *Camptothecium aureum* à 1 700 mètres, *Neckera turgida* à 1 550 mètres, *Antitrichia californica* à 1 680 mètres (2). Ces deux dernières, qui d'ailleurs ne descendent qu'exceptionnellement au-dessous de 500 mètres dans la Péninsule, peuvent être qualifiées de méditerranéennes orophiles. Elles coexistent ici avec des orophiles appartenant aux éléments cosmopolite, circumboréal et eurasiatique, telles que *Distichium capillaceum, Timmia bavarica, Encalypta rhabdocarpa, Bryum cirratum, Pseudoleskeella catenulata.* Ces mêmes espèces se retrouvent ensemble dans plusieurs forêts relictuelles du Bassin de la Méditerranée : Hêtraie de la Sainte-Baume, forêts d'*Abies cephalonica* de Grèce. Cédraies et Sapinières nord-africaines.

Conclusions.

Cette rapide analyse de la végétation et de la flore muscinales des Pinsapares d'Andalousie peut se résumer ainsi :

Les groupements les mieux développés sont les associations saxicoles de rochers calcaires ombragés et secs et l'association corticole des troncs et branches de Pinsapos. Ce sont elles qui caractérisent essentiellement la végétation muscinale silvatique en l'absence

(1) Non seulement quant au nombre des espèces, mais aussi quant à leur masse dans l'ensemble de la végétation muscinale.
(2) Ces cotes sont dépassées au Maroc par *Camptothecium*, signalé jusqu'à 2 400 mètres, et *Antitrichia*, jusqu'à 1 900 mètres.

presque complète d'une strate de grandes Hypnacées si typique pour les forêts de l'Europe moyenne et atlantique.

La flore muscinale de ces Pinsapares représente sous sa forme la plus pure et la moins appauvrie la bryoflore primitive des vieilles forêts montagnardes du pourtour de la Méditerranée, forêts de feuillus ou de résineux. La présence d'un noyau d'orophiles et l'abondance des espèces circumboréales à côté des éléments méditerranéens prépondérants confirment la place de ces Sapinières dans le sous-étage froid de l'étage méditerranéen humide, mais la paucité de l'élément atlantique exprime la répartition défavorable de pluies cependant très copieuses : les Muscinées xérophiles l'emportent donc très largement sur les Muscinées hygrophiles, cette prédominance étant encore accentuée par la nature de la roche (calcaires compacts).

Une étude sur les Pinsapares d'Andalousie ne saurait se terminer, c'est une tradition, sans un vœu en faveur de leur conservation. L'intérêt de la flore muscinale qu'elle sabritent serait un argument de plus, s'il en était besoin, en faveur de la protection efficace de forêts encore magnifiques, reliques de l'antique silve méditerranéenne (1).

(1) Les Pinsapares de la Sierra de las Nieves ont été déclarés parc national, mais l'on sait combien il y a loin en matière de protection de la nature entre l'intention et la réalisation.

BIBLIOGRAPHIE

ALLORGE (P.), Sur quelques types de disjonctions dans la flore muscinale ibérique (*Rec. Trav. cryptog. dédiés à L. Mangin*, p. 465-475, 4 pl., Paris, 1931).

AMANN (J.), Bryogéographie de la Suisse (*Matér. pour la Fl. Cryptog. suisse*, vol. VI, fasc. 2, Zürich, 1928).

BARBEY (A.), A travers les forêts de Pinsapo d'Andalousie, 1 vol. in-8, 110 p., 41 pl., Paris et Gembloux, 1931.

BARBEY (A.), Une relique de la Sapinière méditerranéenne. Le Mont Babor. Monographie de l'*Abies numidica* Lann. Préface de M. PH. GUINIER, 1 vol. in-8, 82 p., 33 pl., Paris et Gembloux, 1934.

BOISSIER (E.), Voyage botanique dans le Midi de l'Espagne, 2 vol. in-4, 181 pl., Paris, Gode et Cie, édit., 1839-1845.

BOXBERGER (L. v.), Ueber Gegenwart und Zukunft der Pinsapotanne in Andalusien (*D. Dendrol. Ges.*, XLV, p. 305-307, 2 fig., 1933).

CEBALLOS (L.) y BOLAÑOS (M. M.), Notas sobre el aspecto botanico-forestal de las Serranias de Ronda y de Grazalema (*Serv. Forestal Investig. y Exper.*, año I, nº 1, Madrid, 1928).

CEBALLOS (L.) y BOLAÑOS (M. M.), Estudio sobre la vegetacion forestal de la provincia de Cadiz (*Inst. Forestal Investig. y Exper.*, 1 vol. in-4, 354 p., cartas y fot., Madrid, 1930).

CEBALLOS (L.) y BOLAÑOS (M. M.), Mapa forestal de la provincia de Cadiz (*Inst. Forestal de Investig. y Exper.*, Madrid, 1931).

CEBALLOS (L.) y VICIOSO (C.), Mapa forestal de la provincia de Malaga (*Inst. Forestal de Investig. y Exper.*, Madrid, 1932).

CEBALLOS (L.) y VICIOSO (C.), Estudio sobre la vegetacion y la flora forestal de la provincia de Malaga (*Inst. Forestal Investig. y Exper.*, 1 vol. in-4, 285 p., cartas y fotogr., Madrid, 1933).

CHODAT (R.), Excursions botaniques en Espagne et au Portugal (*Bull. Soc. bot. Genève*, 2e sér., vol. I, p. 13-96, 133-180, 50 fig., 2 pl. coul., 1909).

COPPEY (A.), Contribution à l'étude des Muscinées de la Grèce (*Matér. pour l'étude de la flore et de la géogr. bot. de l'Orient*, fasc. 3, 70 p., 1 carte, 4 pl., Nancy, 1908).

CUATRECASAS (J.), Una visita al pinsapar de Sierra de la Nieve (*Butleti Instit. Catal. Hist. Nat.*, 2e sér., vol. X, p. 65-68, 2 pl., Lerida, 1930).

DUCAMP (R.), Espagne forestière. Une visite aux Pinsapos de Ronda (*Bull. Soc. Dendrol. Fr.*, 1929).

EMBERGER (L.), La végétation de la région méditerranéenne : essai d'une classification des groupements végétaux (*Rev. Gén. Bot.*, t. XLII, p. 641-662 et 705-721, 2 fig., 1 pl., 1930).

GATTEFOSSÉ (J.) et WERNER (R. G.), Catalogus Bryophytum marocanorum adhuc cognitorum (*Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, t. XII, p. 228-280, 1932).

GEHEEB (A.), Beitrag zur Moosflora von Spanien (*Flora*, 57 Jahrg., p. 516-521, 1874).

HERZOG (TH.), Geographie der Moose, Iéna, 1926.

HUGUET DEL VILLAR (EM.), Les sols méditerranéens étudiés en Espagne, Madrid, 1930.

LAGUNA (M.), El Pinsapar de Ronda (*Rev. Forestal*, t. I, p. 96-106, Madrid, 1868).

MATTFELD (J.), Die europäischen und mediterranen Abies-Arten (*Die Pflanzenareale*, I Reihe, H. 2, p. 22-29, Karten 14-16, Iéna, 1926).

NEGER (F. W.), Die Pinsapowälder in Südpanien (*Naturw. Zeitschr. f. Land-u. Forstwirtschaft*, Bd. V, p. 385-403, 1907).

WILLKOMM (M.), Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der iberischen Halbinsel (*Vegetation der Erde*, Bd. I, 1896).

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I.

Phot. 1. — Lisière supérieure du Pinsapar de la Sierra de las Nieves, au voisinage du plateau. Au premier plan : matorral à *Ulex bæticus* Boiss., *Lavandula tomentosa* (L. fil.) Pau, *Erinacea Anthyllis* Link, *Alyssum spinosum* L., avec traces d'incendie. Alt. : 1 640 mètres.

Phot. 2. — Aspect typique du Pinsapar clairiéré envahi par les buissons. Au loin : arbres isolés ou en petits groupes jalonnant l'ancien front inférieur de la forêt. Sierra de las Nieves. Alt. : 1 350 mètres.

Phot. 3. — Pinsapar de la Sierra del Pinar. Au milieu, un Pinsapo mutilé et déformé ; à droite, un jeune sujet montrant la régénération naturelle de la forêt. Alt. : 1 250 mètres.

PLANCHE II.

Phot. 1. — Aspect du Pinsapar morcellé sur les pentes de la Sierra de las Nieves. Au premier plan, sur nappe d'argile rouge provenant du ruissellement des pentes, prairie à Asphodèles (*A. cerasiferus* Gay) avec buissons d'*Ulex bæticus* Boiss.

Phot. 2. — Pentes septentrionales de la Sierra del Pinar. Matorral à *Erinacea Anthyllis* Link et *Alyssum spinosum* L., substituant une parcelle du Pinsapar disparu. Alt. : 1 300 mètres.

Phot. 3. — Le Pinsapar de la Sierra del Pinar ; éboulis mobiles ; éboulis fixés à *Erinacea* et Pinsapar très dégradé, avec massif vers la crête. Alt. : 1 200-1 600 m.

PLANCHE III.

Phot. 1. — Plaques d'*Antitrichia californica* Sull. à la base d'un Pinsapo. Sierra de las Nieves ; alt. 1 350 mètres environ.

Phot. 2. — Branches basses de Pinsapo couvertes de coussinets d'*Orthotrichum Lyellii* H. et T. Sierra de las Nieves. Alt. : 1 350 mètres environ.

Phot. 3. — Gros coussin de *Leucodon morensis* D. N. sur rocher calcaire sec. Sierra de las Nieves, en lisière du Pinsapar. Alt. : 1 575 mètres.

Phot. 4. — *Camptothecium aureum* (Lag.) Br. eur. (à gauche) et *Antitrichia californica* Sull. (à droite) sur rocher calcaire sec, à l'abri d'une touffe d'*Alyssum spinosum* L. (en haut). Sierra del Pinar. Alt. : 1 400 mètres.

Phot. 5. — Touffes confluentes de *Pterogonium gracile* Hedw. et coussinets d'*Orthotrichum cupulatum* (en haut, à droite), sur rochers calcaires ombragés. Pinsapar de la Sierra de las Nieves. Alt. : 1 480 mètres.





1



2



3

Allorge, phot.

Pinsapares d'Andalousie.

Source : MNHN, Paris





1

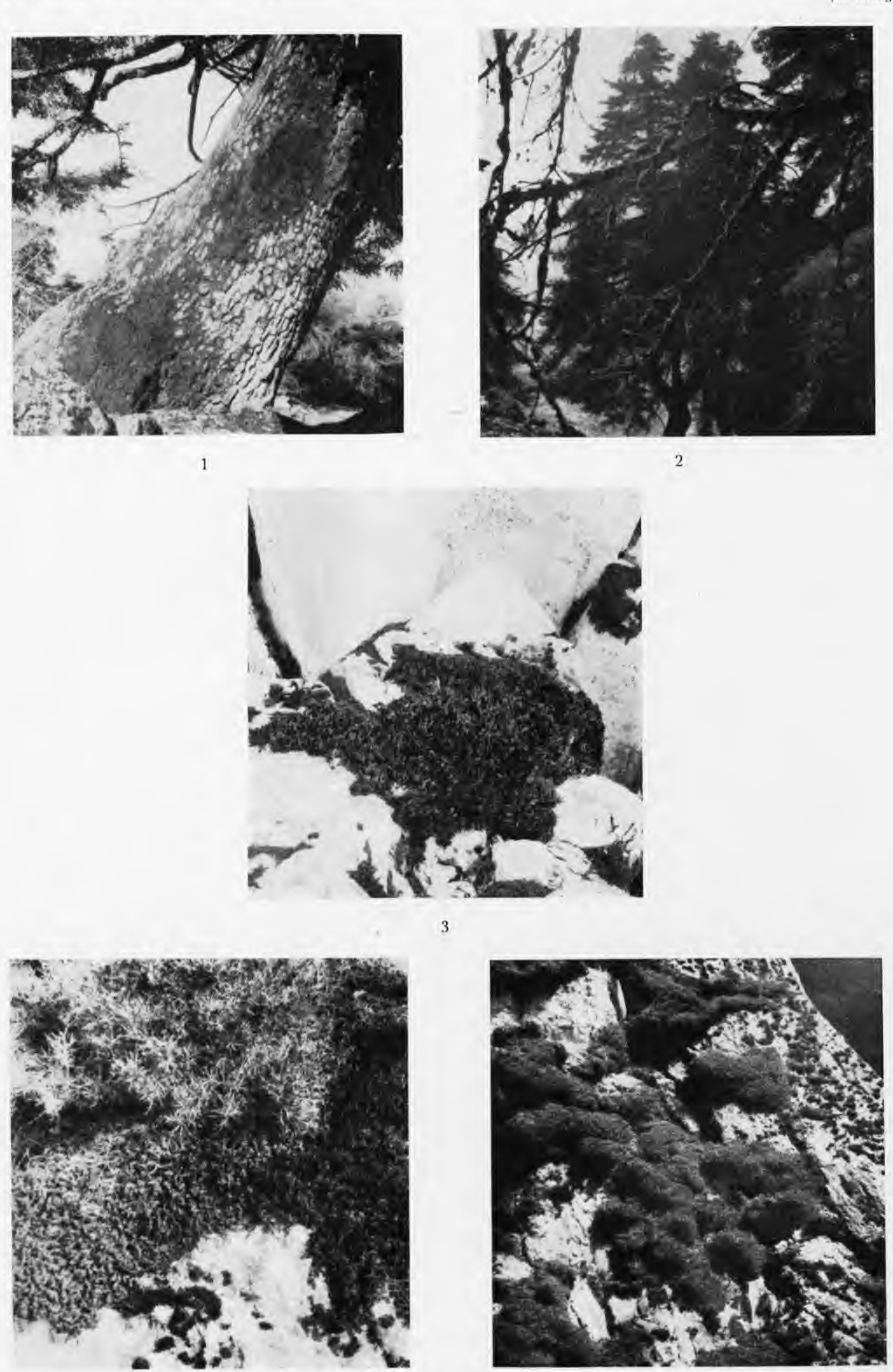


2

3

Allorge, phot.

Pinsapares d'Andalousie.



1 2 3 4 5

Allorge, phot.

Pinsapares d'Andalousie.

L'Olatafa

Par ROGER HEIM

C'est au cours d'un récent voyage à Madagascar, lors de mon passage à Tananarive au début d'août 1934, que j'entendis parler pour la première fois de l'Olatafo. Un journaliste de la colonie, M. Baudin, que je questionnais sur les végétaux utilisés en thérapeutique malgache, me signala l'existence d'un Champignon appelé Olatafo par les indigènes des régions méridionales de l'île et dont la consommation faciliterait l'action d'un terrible poison malgache, probablement le Tanguin (*Tanghinia venenifera* Poir.) : l'absorption de l'Olatafo rendrait le tube digestif perméable et en même temps transparent comme du verre, et le poison ingéré peu après agirait ainsi dans les meilleures conditions.

Je n'ai jamais pu obtenir confirmation de cet usage. On sait d'ailleurs combien il est difficile, à Madagascar, de pénétrer les secrets de la médecine indigène, surtout lorsqu'ils confinent au domaine toxicologique. Mais l'identification ultérieure du Champignon devait exclure absolument la possibilité d'une telle action et même d'une propriété physiologique quelconque. Par contre, au cours de mes séjours dans les pays tanala et betsimisaraka, j'ai pu réunir quelques curieuses indications concernant l'emploi de l'Olatafo en sorcellerie.

Le sympathique gouverneur indigène de Fort-Carnot, Luxembourg Mandimbilaza, descendant direct des rois tanalas, esprit observateur et très versé en tout ce qui touche son pays, me confirma l'existence de l'Olatafo et m'en fit une description qui me permit de conclure qu'il s'agissait probablement d'un sclérote volumineux, analogue aux *Pachyma* ou aux *Mylitta* des auteurs ; mais l'époque était trop précoce (septembre) pour qu'on puisse espérer découvrir à ce moment ce Champignon dans la nature.

Un peu plus tard, au village de Sahalalony, sur la Sadrananta, je pus me procurer un Olatafo conservé par un indigène (1). Il s'agissait bien d'un sclérote atteignant le volume d'une tête d'enfant, analogue comme structure au *Pachyma Cocos* Fries, mais qui avait été décortiqué et cuit lentement. J'appris alors par le chef indigène du village quels bienfaits les Tanalas tiraient de ce tubercule : épluché, puis réduit en poudre après cuisson — ou plutôt dessiccation — à la flamme, il sert, frotté sur le front et sur les pommettes, à per-

(1) Il me le céda pour la somme de 20 centimes.

mettre aux femmes enceintes de pénétrer dans la case d'un mort dont l'entrée leur est autrement interdite.

J'appris aussi à quelle généralisation vraiment commode cette réputation donnait parfois lieu ; l'indigène qui, à la suite d'une mauvaise action, est pris de remords (je suppose que le cas n'est pas fréquent), peut se laver de son péché et lasser les esprits qui le poursuivent en utilisant le même procédé : le râpage du sclérote dont la poudre est répandue sur les joues et sur le front.

Un chef indigène du Sud de l'Ikongo, — toujours en haut pays tanala, — m'a fourni une autre indication sur les bienfaits que les indigènes de la région tirent du même tubercule. Ce dernier, desséché, est râpé au moyen d'une pierre dure ; la poudre obtenue est diluée dans une petite quantité d'eau. Lorsqu'un orage éclate dont la violence puisse inquiéter les indigènes, ceux-ci absorbent un peu de cette pâte et, au passage d'un éclair, l'expulsent brusquement en crachant vers le ciel et en criant : *Fotaka !* (1) ou encore : *Fotaka malemy !* (2). Par ces interjections, l'indigène exprime violemment son désir que le tonnerre soit *mou comme boue.* Plusieurs bourjanes tanalas m'ont confirmé cette version qui correspond à l'usage le plus répandu de l'Olatafo dans la région de Fort-Carnot, et qui autorise à admettre que le véritable terme serait non pas « Olatafo » (de *tafo,* toiture) (3), mais bien « Olatafa », le mot *tafa* s'appliquant à une personne momentanément déséquilibrée, ce qui correspond quelque peu au fait ci-dessus mentionné. C'est donc cette dernière interprétation que j'adopterai ici.

Il me restait alors un doute sur l'identification exacte du Champignon que ce sclérote pouvait produire ; mais à partir du début de novembre, au cours d'une expédition le long de la côte Est, de Brickaville à Maroantsetra, nous pûmes recueillir à de nombreuses reprises, mon ami M. L. BOURIQUET et moi, l'Olatafa accompagné de l'Agaricacée à laquelle ce dernier donne naissance. Il s'agissait bien du *Lentinus Tuber regium* de FRIES, dont le *Lentinus Wœrmanni* Cohn et Schr. est très probablement synonyme et auquel peuvent être rattachés : avec doute le *Pachyma Cocos* Fries ex Schwein., avec certitude le *Pachyma Tuber regium* Fr. ex Rumph. (4).

Par la suite, je pus m'assurer que cette espèce était très répandue dans le pays betsimisaraka, comme elle doit l'être à la saison des pluies dans tout le domaine oriental de Madagascar. Les Betsimisarakas, les Antimoros, les Tsimihety le connaissent comme les Tanalas. Dans toute cette région côtière, l'Olatafa est utilisé par les indigènes pour se protéger contre la foudre ; mais ils se contentent généralement de répandre autour d'eux, sur le sol, la poudre desséchée du sclérote au moment où l'orage prend une intensité qui les inquiète.

En somme, cet usage du sclérote du *Lentinus Tuber regium* en sorcellerie enrichit sensiblement les propriétés déjà connues, dans les pays tropicaux et orientaux, de ce Champignon et de diverses formes voisines.

(1) Terre !

(2) *Malemy* = mou.

(3) *Toit* se dit *tafontrano* en merina et *tafotrano* en antandroy.

(4) On trouvera dans le travail de CURREY et HANBURY (6) et dans les *Fungi hypogæi* de TULASNE (25) une abondante synonymie concernant les termes anciens se rapportant à ces mêmes sclérotes (CLAYTON, MACBRIDE, RAFINESQUE, WALTER). FISCHER (8, 9) mentionne des synonymes plus récents. WEBER (26) confond malheureusement les synonymes du *Poria* américain avec ceux du *Lentinus*.

Le *Pachyma Cocos*, reçu par SCHWEINITZ (**24**) de la Caroline, existe en effet en Indochine, d'où BALANSA (**1**) le rapporta et le présenta au pavillon de la Cochinchine à l'Exposition internationale de Paris en 1889. Aux Moluques, il est appelé Uby-Radja, Culat-Batu, Utta-hatu. Il est commun en Chine. Pour BERKELEY (**2**) et pour CURREY et HANBURY (**6**), il serait le Fou-Lin des Chinois (茯苓) utilisé en thérapeutique ; mais DEBEAUX (**7**) rapporte cette dernière désignation au *Pachyma Hœlen* de FRIES, dont cet auteur signale l'utilisation par les Chinois contre la phtisie. Au contraire, le *Pachyma Cocos* serait, d'après DEBEAUX, le Chou-Lin (豬苓) qui sert à fabriquer des gâteaux vendus dans les rues de Shanghaï ; ce dernier Champignon croîtrait sur les racines d'un Acacia, le Fouy-Chan, et serait identique au *Tuber regium* de RUMPHIUS (**22**), différent selon FRIES (**10**) du *Pachyma Cocos* par sa chair *sordide flavescens*. Par la suite, BOMMER (**4**) paraît avoir établi que le « Choo-Ling » était le sclérote du *Polyporus Tuberaster*.

La consultation de divers ouvrages chinois et notamment du Pen-Tsao (本草), l'admirable album de planches botaniques du XVIII[e] siècle dont la Bibliothèque du Muséum National possède un exemplaire de dessins originaux, m'a montré qu'il était difficile de s'appuyer sur les seules aquarelles de sclérotes pour en tirer des indications d'ordre taxonomique, mais qu'il semblait effectivement que le Chou-Lin (Pl. CLXV), de coloration roussâtre pâle, s'appliquait à un sclérote extérieurement plus clair que le *Tuber regium*, ce qui infirme l'hypothèse de DEBEAUX. En fait, de récents travaux américains permettent de considérer la question des *Pachyma* comme plus complexe qu'on ne le pensait jusqu'alors. WOLF (**27**), puis WEBER (**26**) ont obtenu en cultures artificielles, à partir de sclérotes nord-américains longtemps considérés comme identiques à ceux de Chine (*tuckahoe, tuckhoo, tuckahve* des Indiens qui l'utilisent comme médicament ou le consomment), des fructifications d'un *Poria*, que WOLF appelle *Poria Cocos* (Schw.). Tout récemment, E. BERKLEY (**3**) trouvait dans la nature cette forme porée sur le sclérote. Tous les spécimens américains recueillis récemment ont d'ailleurs été trouvés sur des arbres : *Magnolia, Citrus, Eucalyptus, Quercus*. On peut donc supposer que le *Lentinus Tuber regium* n'est pas représenté en Amérique et même que le *Pachyma Cocos* de SCHWEINITZ et de FRIES se rattache au *Poria* de WOLF. On peut en même temps se demander si les échantillons européens de PRILLIEUX (**19**, **20**) et de FISCHER (**8**) n'appartiennent pas au *Poria* nord-américain plutôt qu'au *Lentinus* asiatique et malgache. Et même, il est permis de chercher des confirmations à l'existence du *Lentinus* en Chine.

Pour fixer définitivement la position systématique de ces diverses productions, il serait d'ailleurs nécessaire de reprendre leur étude anatomique et chimique sur laquelle KELLER (**15**), COHN et SCHRŒTER (**5**), FISCHER (**8**, **9**), BOMMER (**4**) ont déjà apporté une importante documentation. Il convient de signaler à ce propos que les *Mylitta*, sclérotes rattachés en général à des Polyporées, sont également utilisés dans la thérapeutique ou dans l'alimentation des populations indigènes : le *Mylitta australis* Berk. (*Polyporus Tuberaster*), bien connu en Australie et en Tasmanie, identique à la *pietra fonguja* des Napolitains, le *Mylitta Flos Terræ* Pat. (*flor de tierra* de l'Orénoque), le *Mylitta lapidescens* Currey et Hanbury ex Horaninow (Luy-Wan des Chinois, *flor de tierra* des Antilles).

Le domaine du *Lentinus Tuber regium* paraît bien s'étendre à une grande partie de

l'Asie orientale (Cochinchine, Chine, Japon), aux Moluques, à l'Insulinde (Java), au domaine oriental de Madagascar et à ses prolongements nord-occidental (Sambirano) et africain (Zanzibar, Comores, Mombassa), enfin à San Thomé (**18**) et à l'Afrique occidentale (Cameroun) (**11**, **13**). On a rattaché à cette espèce des sclérotes trouvés cependant en dehors de cette aire : à la Guadeloupe (Düss) (Herb. Mycol. Mus. Paris), mais sur un tubercule provenant de Zanzibar, en Charente-Inférieure (PRILLIEUX) (**19**, **20**), « sur les racines de Pins », et en Suisse (FISCHER) (**8**) ; mais ces deux dernières localités se réfèrent très probablement à des apports venus de l'extérieur ou bien encore au *Poria Cocos*. A Madagascar, le Champignon avait été précédemment trouvé par BOIVIN en 1849 à l'île Sainte-Marie (Herb. Mycol. Mus. Paris), par J. BRAUN en 1891 (**12**), mais sans indication précise du lieu de récolte (1), et en 1922 par DECARY à Maromandia, c'est-à-dire à la limite méridionale du Sambirano, enclave climatique et floristique du domaine oriental malgache dans le pays sakalava.


Un Olatafa surmonté de deux carpophores de *Lentinus* (environs de Fénérive).

FISCHER, qui a étudié minutieusement l'anatomie du *Pachyma Cocos*, concluait dans son travail (p. 78) : « 1. dass *Pachyma* eine einheitliche Pilzbildung, höchst wahrscheinlich ein Sklerotium ist ; 2. dass es ein holzzerstörender Parasit ist », et l'affirmait lié aux racines des Conifères. BOMMER prétend également (p. 41) que « le *Pachyma Cocos* se développe toujours sur les racines des arbres, le plus souvent sur celles du Pin ; mais on le trouve aussi sur les essences feuillues ». Ces observations, qui s'ajoutent à celles de plusieurs auteurs comme CURREY et HANBURY, PRILLIEUX, WEBER, tendraient à montrer que le *Pachyma Cocos* se comporte comme un véritable parasite.

Nos observations permettent de fixer, en même temps que sa détermination précise, la véritable biologie du *Pachyma* malgache. Elles infirment nettement les précédentes assertions prétendant que le *Pachyma Cocos* (*sensu lato*) est en rapport constant avec des racines d'arbres. Le sclérote, à Madagascar, vient dans des stations très variées : forêt primitive orientale, savoka, cultures (notamment de Caféier), ou encore sous les longozo (*Amomum Danielli* Hook. fs.) et probablement les Ravenales. S'il se rencontre parfois en Chine sur les racines des Conifères, ce fait n'est donc pas général. Ses relations obligatoires avec celles-ci restent hypothétiques ou, du moins, ne manifestent aucune intimité sur le sclérote adulte, essentiellement terricole. J'ai seulement noté que ce lien pouvait se produire au début de la croissance du sclérote. Son évolution passe d'abord, en effet, par un stade rhizomorphique peu différencié, qu'un épais manchon de mycélium amalgamé de terre permettrait presque d'assimiler alors à un pseudo-sclérote. A ce moment seulement, ce prolongement radiciforme peut être lié à des racines de végétaux divers. Sa différenciation

(1) Ce collecteur signale qu'il a rapporté un fétiche en forme de bœuf à bosse probablement sculpté dans un sclérote du *Tuber regium* (**12**, **16**). Il ne peut s'agir là que d'une initiative individuelle.



Roger Heim, *pinxit.*

L'OLATAFA

(Lentinus Tuber regium Fr.)

Échantillons provenant de la région de Fénérive (novembre 1934).
(3/4 environ de la grandeur nature).

Source : MNHN, Paris

se poursuit lentement. Sur l'enveloppe noirâtre, dure et tuberculeuse du sclérote définitif, se montrent des débris végétaux (feuilles, tiges herbacées mortes, brindilles), mais dont la présence est purement accidentelle. L'Olatafa adulte offre une chair blanche, ferme, mais non dure, facilement pulvérisable, presque inodore. Sa consistance friable le rend consommable, mais le goût ou plutôt l'impression de plâtre qu'il laisse dans la bouche et la difficulté qu'on éprouve à avaler cette substance ne permettent pas de le considérer comme comestible, sauf pour des indigènes géophages.

Les filaments de sa chair présentent une remarquable facilité à se bouturer : quelques heures après avoir sectionné l'enveloppe noirâtre de ce sclérote, les hyphes des tissus sous-jacents prolifèrent superficiellement en un abondant feutrage blanc (1).

En somme, l'Olatafa est essentiellement vivace, pérennant, et peut produire plusieurs générations successives de *Lentinus*, non pas obligatoirement sur le sclérote différencié, mais bien aussi sur le stade naissant de cette production. Quant à ces *Lentinus* que nous décrirons en détail d'autre part, ils sont toujours parfaitement constitués et non pas tératologiques, comme on peut s'en rendre compte sur les aquarelles et sur la photographie ci-jointes (2). Nos récoltes malgaches infirment donc également l'hypothèse que BOMMER avançait en ce qui concerne la nature des carpophores, désignés sous le nom de *farculas* par RUMPHIUS : l'auteur belge supposait, en effet, que ces derniers se rapportaient soit à des réceptacles *déformés* de *Lentinus*, soit plus probablement à des Clavaires. Ces assimilations s'expliquent aisément par le fait que les échantillons reçus avaient supporté de longs voyages et qu'aucun mycologue n'avait recueilli lui-même des spécimens à l'état frais.

Nos précédentes remarques constituent donc une nouvelle confirmation de l'usage des gros sclérotes des types *Pachyma* et *Mylitta* par les indigènes de contrées exotiques diverses, soit dans l'alimentation, soit dans la thérapeutique, ou encore en sorcellerie. Elles apportent l'assurance que, sous le nom de *Pachyma Cocos*, on a confondu deux espèces : un *Poria*, nord-américain et peut-être européen, et un *Lentinus* tropical. Le mode de formation du *Pachyma* malgache et sa relation spécifique constante avec un Lentin sont maintenant des faits acquis. J'insisterai en outre sur la répartition géographique probable de ce Champignon, qui appartient au groupe des espèces propres à Madagascar, aux régions occidentales du Pacifique (Malaisie, Insulinde, Asie orientale) et à l'Afrique occidentale, mais ne paraissant pas représentées en Afrique centrale, méridionale et septentrionale. Cependant, l'état incomplet de nos connaissances sur la flore mycologique africaine et malaise, les doutes qui subsistent encore sur l'identification spécifique des sclérotes océaniens et asiatiques, ne permettent aucune conclusion absolue à cet égard.

(1) On peut voir d'ailleurs sur la photographie jointe à ce travail des coussinets blancs duveteux apparus sur le sclérote et provenant d'une prolifération des hyphes de la partie périphérique de la chair.

(2) Les Champignons représentés proviennent des environs de Fénérive. La photographie a été prise par M. BOURIQUET.

BIBLIOGRAPHIE

1. BALANSA. Voir ROUMEGUÈRE.
2. BERKELEY (M. J.), On two Tuberiform Vegetable Productions from Travancore (*Journ. of the Proc. of the Linnean Soc.*, III, Botany, p. 102, 1859 ; *Trans. of the Linnean Soc.*, XXIII, p. 91, 1860).
3. BERKLEY (E. E.), *Poria Cocos* (Schw.) Wolf, found on a railroad tie in service (*Ann. Missouri Bot. Garden*, XXI, p. 338, Pl. XIV, 1934).
4. BOMMER (CH.), Sclérotes et cordons mycéliens, Bruxelles, 1893.
5. COHN (G.) et SCHRŒTER (J.), Untersuchungen über *Pachyma* und *Mylitta* (*Abhandl. des Naturwissensch. Verein in Hamburg*, XI, H. 2, 1890).
6. CURREY (F.) et HANBURY (D.), Remarks on *Sclerotium stipitatum* Berk. et Curr., *Pachyma Cocos* Fries, and some similar productions (*Trans. of the Linnean Soc.*, XXIII, p. 93, Pl. IX-X, 1860).
7. DEBEAUX (ODON), Essai sur la pharmacie et la matière médicale des Chinois, Paris, 1865.
8. FISCHER (ED.), *Pachyma Cocos* und ähnliche sklerotienartige Bildungen (*Hedwigia*, H. 2, p. 61, 1891).
9. FISCHER (ED.), Nachtrag zur Abhandlungen über *Pachyma Cocos* (*Hedwigia*, H. 4, 1891).
10. FRIES (EL.), Systema Mycologicum, vol. II, Lundæ, 1823.
11. HENNINGS (P.), Fungi africani (*Engl. botan. Jahrb.*, t. XIV, p. 351, 1891).
12. HENNINGS (P.), Fungi africani. II (*Engl. botan. Jahrb.*, t. XVII, p. 32, 1893).
13. HENNINGS (P.), Fungi camerunenses. I (*Engl. botan. Jahrb.*, t. XXII, p. 95, 1895).
14. HENNINGS (P.), Fungi japonici (*Engl. botan. Jahrb.*, t. XXVII, p. 280, 1900).
15. KELLER (J. L.), Chemical examinations of Füh-Ling (*Lycoperdon solidum*) from China (*Amer. Journ. of Pharmacy*, p. 553, 1876).
16. MAGNUS P.), in *Verh. d. Berlin. Ges. f. Anthropol. Ethn. Urges.*, 19 mars 1892.
17. PATOUILLARD (N. T.), Variations du sclérote de *Lentinus Woermanni* C. et F. (*Bull. Soc. Mycol. de France*, XI, p. 246, 1895).
18. PATOUILLARD (N.-T.), Liste des Champignons recueillis à San Thomé communiqués par M. de Seabra (*Bull. Soc. Portug. des Sciences natur.*, IX, p. 35, 1921).
19. PRILLIEUX (ED.), Le *Pachyma Cocos* en France (*Bull. Soc. Botan. de France*, t. XXXVI, p. 433, 1889).
20. PRILLIEUX (ED.), Le *Pachyma Cocos* dans la Charente-Inférieure (*Bull. Soc. Mycol. de France*, VI, p. 95, 1890).
21. ROUMEGUÈRE, Analyse bibliographique (*Rev. Mycol.*, XII, p. 83, 1890).
22. RUMPHIUS (G. E.), Herbarium Amboinense, Amsterdam, 1755.
23. SCHRENCK (J.), Notes on tuckahoe (*Bull. Torrey Club*, XI, p. 1, 1884).
24. SCHWEINITZ (L. D.), Synopsis Fungorum Carolinæ superiosis (*Schrift. d. Naturf. Ges. zu Leipzig*, I, 1822).
25. TULASNE (L. R. et C.), Fungi hypogæi, Paris, 1862.
26. WEBER (G. F.), The occurence of tuckahoes and *Poria Cocos* in Florida (*Mycolog.*, t. XXI, p. 113, 1929).
27. WOLF (F. A.), The fruiting stage of the tuckahoe, *Pachyma Cocos* (*Elisha Mitchell Scient. Soc. Journal*, t. XXXVIII, p. 127, 1922).

Le Genre *Ulvella* Crn. dans la région malouine

Par ROBERT LAMI

Vers le milieu du siècle dernier, les deux frères CROUAN draguèrent, dans la rade de Brest, une Algue verte à thalle discoïde de petite taille, fixée sur des fragments de verre et de porcelaine ou épiphyte sur d'autres Algues encroûtantes de la même station. En 1859, ils en firent le genre nouveau *Ulvella* et lui donnèrent le nom d'*Ulvella Lens*. On trouvera dans le travail de Pierre DANGEARD (1) une revue rapide de l'historique du genre et des genres voisins.

En 1931, cet auteur décrivit une nouvelle espèce d'*Ulvella* rencontrée à Roscoff et au Croisic, épiphyte sur *Polysiphonia elongata* et sur *Phyllophora rubens*, sous le nom d'*Ulvella Setchellii*, en l'assimilant à un *Ulvella* du Pacifique décrit comme *Ulvella Lens* par SETCHELL et GARDNER (2).

La station de Brest demeurait la seule connue en France pour *Ulvella Lens*, lorsque nous draguâmes, dans la Rance maritime, une plante voisine, ce qui, ainsi que la parution du travail de Pierre DANGEARD, nous incita à rechercher ces espèces dans la région malouine et nous amena à revoir les échantillons authentiques des CROUAN conservés dans l'herbier THURET, un désaccord existant sur la présence des pyrénoïdes chez cette plante entre HUBER (3) et DANGEARD, bien que ces auteurs aient étudié, l'un et l'autre, des échantillons types des CROUAN.

Dans l'herbier THURET figurent trois échantillons types, un sur porcelaine (24 janvier 1859), un sur faïence (3 janvier 1862) et un de thalles reportés sur papier (20 janvier 1855). L'examen de ces échantillons nous a montré que, si les thalles de 1859 présentent bien l'aspect figuré par DANGEARD, qui a sans doute étudié ce même échantillon : cellules

(1) P. DANGEARD, L'*Ulvella Lens* de Crouan et l'*Ulvella Setchellii* sp. nov. (*Bull. Soc. Bot. de France*, t. LXXVIII, p. 312-318, 1931).

(2) SETCHELL and GARDNER (N. L.), The marine Algæ of the Pacific coast of North America (*Univers. of Californ. Publ. in Bot.*, t. VIII, n° 2, p. 139-374, 1920).

(3) HUBER, Contributions à la connaissance des Chætophorées épiphytes et endophytes (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, t. XVI, p. 295, Pl. XI, 1892).

marginales trapues et pyrénoïdes bien nets dans presque toutes les cellules (fig. 1-*b*); l'échantillon de 1862 offre des cellules marginales généralement plus allongées et des pyrénoïdes extrêmement petits semblant manquer au plus grand nombre des cellules, ou qui y sont réduits à l'état de fins granules peu différenciables des autres granulations cellulaires (fig. 1-*a* et *c*). On peut remarquer que la figure de HUBER montre une granulation plus marquée parmi celles figurées dans chaque cellule et qui nous semble un pyrénoïde peu différencié dont la nature n'a pas été reconnue par l'auteur. Dans cette espèce, la présence de pyrénoïdes bien marqués ne semble pas être un caractère bien constant et dépend probablement des conditions de végétation ou du stade d'évolution de la plante. Nous en verrons plus loin un autre exemple.

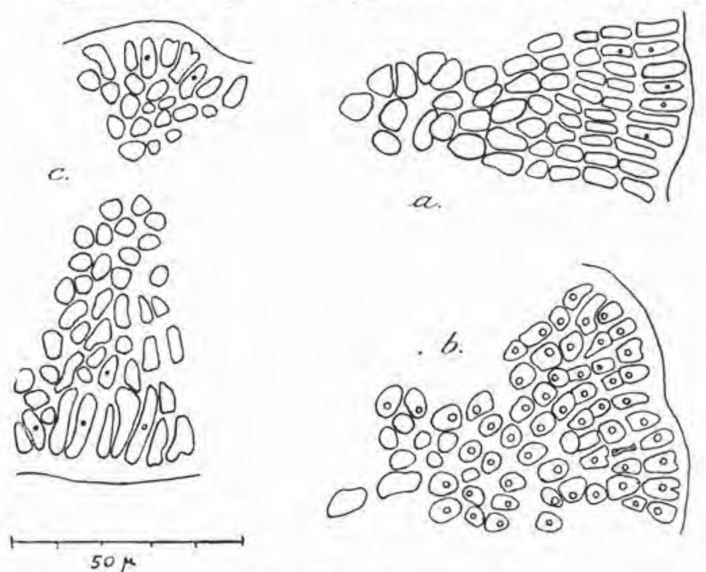


Fig. 1. — *Ulvella Lens* Crouan de l'Herbier THURET. — *a*. Partie d'un thalle présentant des cellules marginales allongées. Quelques cellules possèdent de petits pyrénoïdes. Dragué rade de Brest, le 3 janvier 1862, sur faïence. — *b*. Partie d'un thalle à cellules marginales trapues. Le plus grand nombre des cellules possèdent de gros pyrénoïdes. Dragué rade de Brest, le 24 janvier 1859, sur porcelaine. — *c*. Deux parties diamétralement opposées d'un même thalle montrant une variation du nombre de rangées des cellules périphériques et de leur allongement. 3 janvier 1862.

Les premiers échantillons d'*Ulvella* que nous avons dragués en 1932 dans la Rance maritime, près de Cancaval, à une profondeur de 10 à 12 mètres, fixés sur un débris de bouteille, présentaient des cellules marginales allongées; c'est pourquoi nous l'avons fait figurer sous le nom d'*Ulvella Setchellii* P. Dangeard dans une liste d'Algues de la région (1). Nos observations ultérieures nous incitent maintenant à n'en faire qu'une forme d'*Ulvella Lens* voisine de celle récoltée en 1862 par les CROUAN.

Au printemps de 1934, nous avons pu refaire des draguages dans le même endroit qui se sont révélés plus fructueux. Sur plusieurs débris de verre et sur des cailloux, nous avons rencontré d'abondantes colonies de thalles d'*Ulvella Lens* parfaitement comparables aux types des CROUAN et à tous états

Fig. 2. — *Ulvella Lens* Crn. dragué à Cancaval, Rance maritime, sur verre, le 27 mars 1934. — *a*. Zoospore fixée commençant à germer. — *b*. Jeune thalle au stade 2. — *c*, *d*. Jeunes thalles plus développés. — *e*. Jeune thalle dont le développement a été modifié par le contact de Diatomées (*Cocconeis* sp.). — *f*. Thalle présentant quelques cellules dédoublées. — *g*. Secteur d'un thalle adulte offrant une partie centrale diplostromatique. — *h*. Secteur d'un thalle adulte montrant au centre de la partie polystromatique les sporages. (Les pyrénoïdes ne sont pas figurés dans les cellules des figures *g* et *h*.)

(1) ROB. LAMI, Quelques Algues nouvelles pour la région malouine (*Bull. Lab. marit. Saint-Servan*, fasc. X, p. 12, 1932).

de développement depuis le stade 1 jusqu'aux thalles âgés pourvus de sporanges (fig. 2-*a* à *h*). Conservés en culture au laboratoire, nous avons constaté que la différenciation des cellules marginales en tissu polystromatique, puis en sporanges, s'effectue progressivement à partir du centre, alors même que les cellules marginales ne prolifèrent plus et qu'après un mois les sporanges les plus centraux, alors vidés, et leurs cellules basales se détruisent. A ce stade, le thalle présente l'aspect d'un anneau. A tous les stades de développement, le plus grand nombre des cellules présentaient un pyrénoïde bien marqué. Après fixation et coloration à l'hématoxyline ferrique, un seul noyau extrêmement petit a pu être mis en évidence dans chaque cellule. Non seulement les thalles étaient fixés sur le verre nu, mais beaucoup étaient épiphytes sur des Mélobésiées et sur *Aglaozonia parvula*; certains, fixés sur le verre, avaient été recouverts par cette dernière Algue et continuaient à végéter.

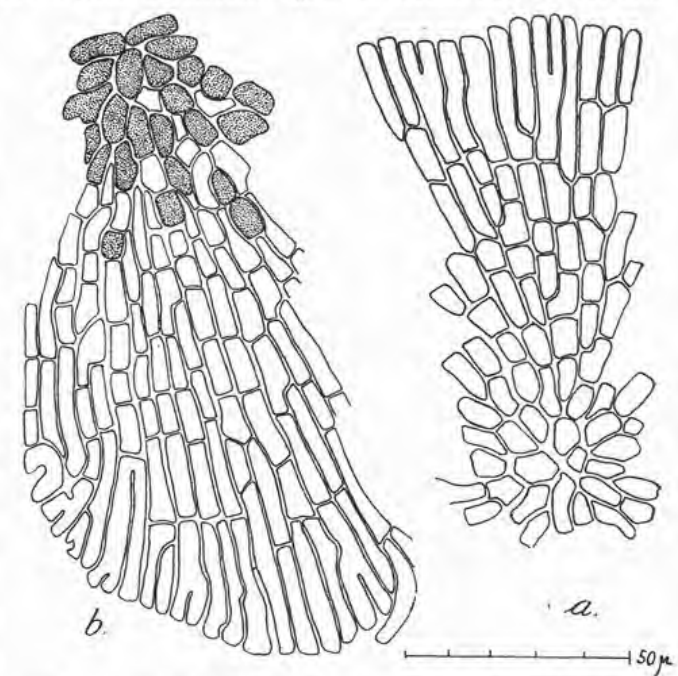


Fig. 3. — *Ulvella Setchellii* P. Dangeard sur *Phyllophora rubens*, dragué à Cancaval, Rance maritime, 4 avril 1934. — *a*. Secteur d'un thalle entièrement monostromatique. — *b*. Secteur d'un thalle montrant une partie centrale diplostromatique. (Pyrénoïdes existants mais non figurés.)

Parmi les Algues diverses remontées par les mêmes coups de drague, se trouvaient quelques *Phyllophora rubens*, sur lesquels nous avons observé, en grand nombre, des thalles d'un *Ulvella* différent, comparable en tout à celui décrit sous le nom d'*Ulvella Setchellii* par P. DANGEARD : même forme allongée et mêmes dimensions moyennes des cellules marginales, même étendue relative de la zone monostromatique périphérique (fig. 3, *b*). Cependant, quelques thalles aussi étendus ne présentaient pas encore de partie centrale polystromatique (fig. 3-*a*). Nous n'en avons pas observé non plus portant des sporanges mûrs dans la partie centrale. En coupe, cette partie centrale ne nous a montré que deux couches de cellules (fig. 4), seul désaccord avec les dessins de P. DANGEARD, désaccord qu'il faut sans doute attribuer à l'époque plus précoce de nos observations. Nous avons aussi rencontré cette plante sur des *Phyllophora* récoltés dans la zone inférieure des marées par M. CHEMIN à l'anse Du Guesclin et sur la même Algue récoltée par nous dans une cuvette très ombreuse de la zone supérieure, à Saint-Enogat. Dans cette dernière station, elle coexistait sur les *Phyllophora* avec des Serpules, des Mélobésiées, des *Achrochætium* et un *Radaisia* que M. P. FREMY a rapporté à *Radaisia Gomontiana* Sauv. malgré des dimensions un peu plus petites que celles indiquées pour cette espèce.

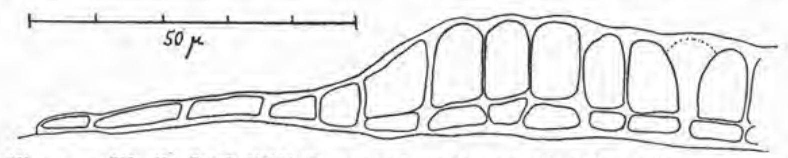


Fig. 4. — *Ulvella Setchellii* P. Dangeard. — Coupe radiale de thalle montrant les cellules périphériques et la partie centrale diplostromatique.

Nous avons cherché en vain *U. Setchellii* sur *Polysiphonia elongata* provenant tant de la zone des marées que de dragages dans la baie de Saint-Malo, bien que P. DANGEARD l'ait rencontré au Croisic sur ce support. Au mois d'août, aucun *U. Setchellii* n'a pu être retrouvé dans la région.

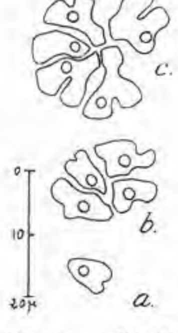


Fig. 5. — *Ulvella crenulata* nob., jeunes thalles. — *a*. Stade 1. — *b* et *c*. Stades 4 et 5. Sur *Phyllophora*, Saint-Enogat, 1er avril 1934.

Sur certains *Phyllophora* de la cuvette de Saint-Enogat, nous avons remarqué une autre petite Algue verte, manifestement du même genre, qui se distinguait d'*Ulvella Setchellii* par son allure générale, par les dimensions moyennes plus faibles de ses cellules, dont quelques-unes présentaient un ou même deux pyrénoïdes, et aussi par la grande fréquence de crénelures échancrant non seulement la partie périphérique, mais aussi la partie interne des cellules marginales ainsi que les cellules centrales (fig. 6, *a*). Aucun thalle partiellement polystromatique ou sporangifère n'a été rencontré, bien que des jeunes thalles, depuis le stade 1, aient été observés dans leur voisinage qui nous paraissent bien appartenir à la même espèce (fig. 5). En août, sur les *Phyllophora* de la même station, des thalles semblables ont été retrouvés (fig. 6, B et C). A cette époque, ils étaient dépourvus de pyrénoïdes visibles.

Bien que nos observations sur cette dernière plante soient encore incomplètes, particulièrement en ce qui concerne sa reproduction, nous croyons pouvoir, dès maintenant, à titre d'inventaire, en faire une nouvelle espèce sous le nom d'*Ulvella crenulata*, espèce voisine d'*Ulvella Setchellii*, dont elle se distingue par les dimensions plus petites de ses cellules, par la présence de crénelures plus abondantes et par la persistance de ces crénelures chez les cellules centrales du thalle.

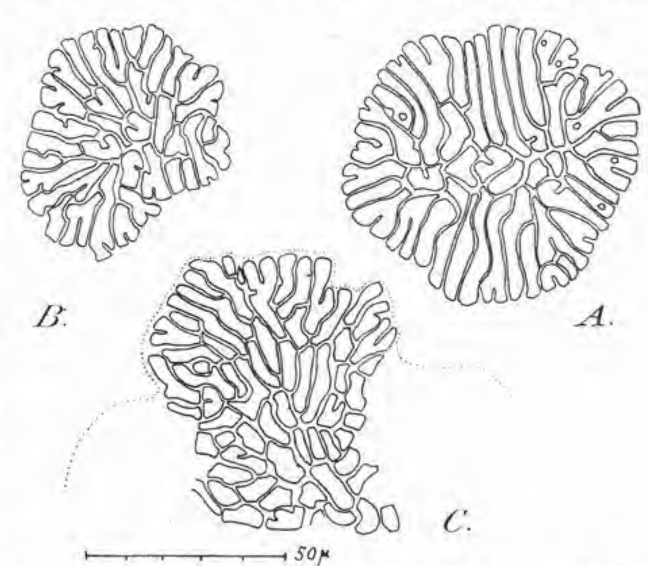


Fig. 6. — *Ulvella crenulata* nob. Sur *Phyllophora*, Saint-Enogat. — *a*. Thalle présentant quelques cellules munies de pyrénoïdes, 1er avril 1934. — *b* et *c*. Thalle et partie de thalle sans pyrénoïdes visibles, 25 août 1934.

En résumé, il existe dans la région malouine trois espèces d'*Ulvella* nettement séparables : *U. Lens* Crn., *U. Setchellii* P. Dangeard et *U. crenulata* nob. Par ailleurs, dans ce genre, la présence de pyrénoïdes n'est pas constante et ne peut constituer un caractère différentiel. Non seulement certaines cellules peuvent en être dépourvues, mais le pyrénoïde, s'il y existe, présente des variations de taille telle qu'il peut échapper à l'observation. Ces variations semblent dépendre de l'état de l'Algue, de l'époque de l'année et des conditions écologiques plus ou moins favorables du milieu.

Sur la signification
des Corpuscules trépidants des Desmidiées

Par M. LEFÈVRE

Les problèmes posés par les inclusions protoplasmiques des Conjuguées et, en particulier, des Desmidiées, sont encore loin d'être élucidés. Les intéressants travaux de NÆGELI, de BARY, FISCHER, FREY, STEINECKE, pour ne citer que les principaux, rapportent des observations souvent contradictoires dont il est très difficile de tirer des conclusions. Au cours de ces dernières années, KOPETZKY-RECHTPERG a repris l'étude des vacuoles à cristaux des *Closterium* et celle des corpuscules trépidants des *Cosmarium*. Ses observations remarquables ont fait progresser très notablement la question.

Au cours de mes recherches sur la culture des Desmidiées, j'ai été amené à effectuer moi-même de nombreuses remarques sur le métabolisme de ces inclusions. Ce sont elles que je vais exposer ici.

I. — Les corpuscules trépidants.

Chez la plupart des espèces, ils sont localisés dans les vacuoles. Dans une même cellule on peut souvent distinguer deux catégories de corpuscules ; les uns très petits (une fraction de μ), très mobiles, agités de mouvements intenses et présentant en masse une coloration brune ou rosée ; les autres, beaucoup plus volumineux (3 à 4 μ), peu nombreux, semblent moins colorés et doués de mouvements plus lents. Les formes les plus courantes sont représentées dans la figure 12. Certaines cellules ne renferment que des corpuscules du premier type, tandis que d'autres en renferment uniquement du second.

Tous ces corpuscules sont plus denses que le suc vacuolaire qui les contient, puisqu'on peut déceler sur eux, à volonté, l'action de la pesanteur en inclinant le microscope dans différentes positions, suivant la méthode adoptée par FREY pour l'étude des cristaux des *Closterium*. Il y a alors déplacement rapide et accumulation des corpuscules dans les régions les plus basses des vacuoles.

Dans certaines conditions, les gros corpuscules peuvent s'agglomérer en masses plus ou moins volumineuses ou en chaînes (fig. 12, 13). Leurs mouvements sont alors totalement entravés.

Insolubles chez l'Algue vivante, les corpuscules trépidants sont rapidement dissous dans le suc vacuolaire de la cellule morte, ce qui rend leur étude microchimique particulièrement délicate. Ils sont également très solubles dans l'eau, surtout à chaud.

La seule coloration réellement positive est celle que fournit le rouge de ruthénium;

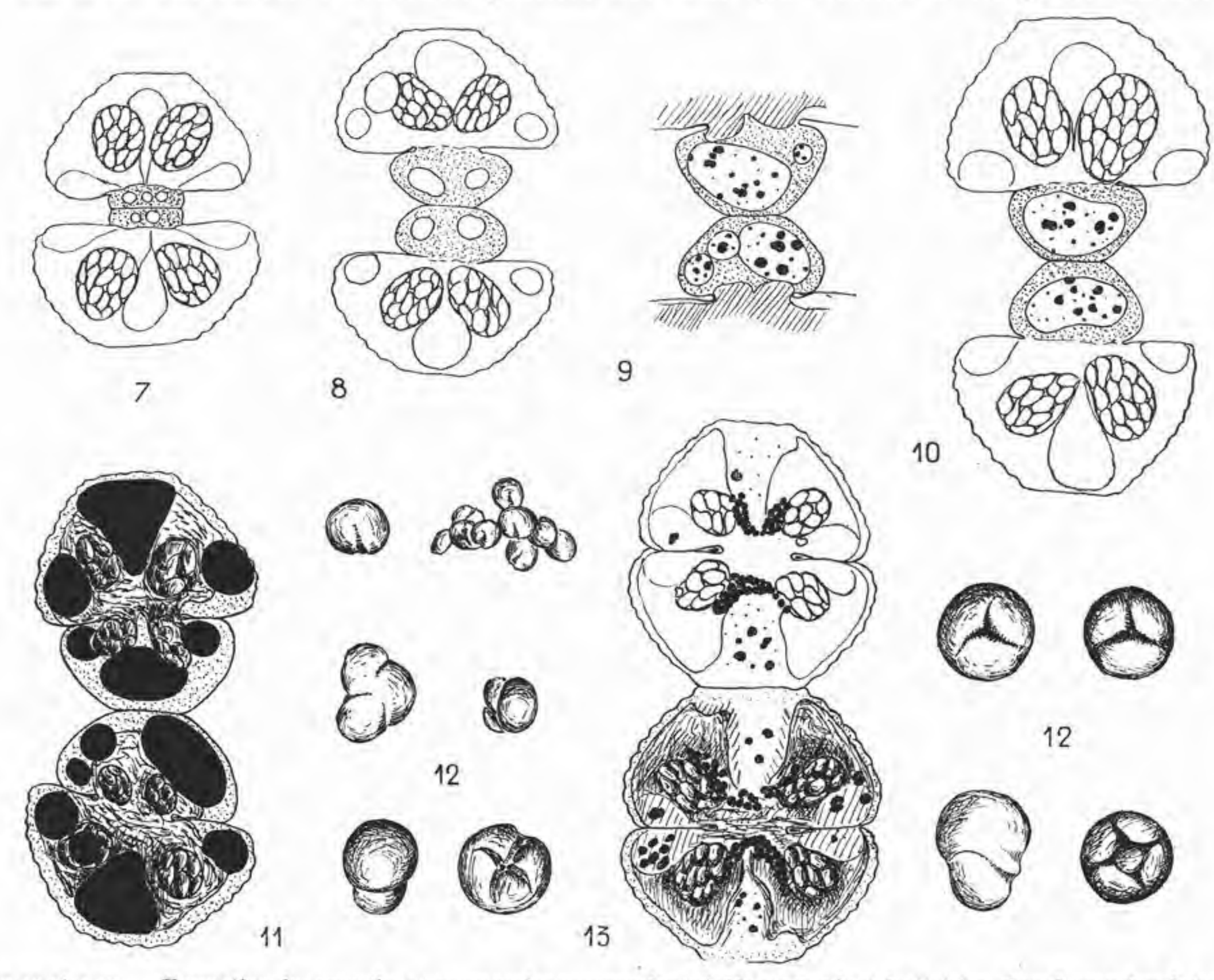


Fig. 7-13 et 7-10. — Formation des vacuoles et passage des corpuscules trépidants pendant la division chez *Cosmarium botrytis*. — 11. Contrôle de l'emplacement des vacuoles par coloration vitale. — 12. Formes les plus courantes de corpuscules trépidants. — 13. Localisation des corpuscules trépidants en fin de division chez *Cosmarium botrytis*.

encore est-elle fugace, puisque les corpuscules se dissolvent en quelques minutes dès la mort de la cellule, laissant une coloration rosée, diffuse, du contenu vacuolaire.

La composition chimique exacte des corpuscules trépidants n'a pu être déterminée, ni par Kopetzky-Rechtperg, ni par moi-même en dépit des nombreuses réactions microchimiques essayées et des examens directs tentés en lumière polarisée.

Ces corpuscules apparaissent actuellement comme des formations mucilagineuses plus consistantes que la gelée entourant habituellement les Algues et de nature assez voisine.

Ils ne présentent aucune analogie avec les cristaux des vacuoles des *Closterium*, ni

par leur forme, ni par leur composition chimique, ni — comme nous le verrons plus tard — par leur métabolisme.

II. — Présence ou absence des corpuscules trépidants.

WEST les considère comme la conséquence d'un état pathologique de la cellule. Les apparences sont en faveur de cette thèse, car on les trouve en abondance dans les cellules des cultures âgées qu'on a laissées longtemps évoluer sans les repiquer et qui végètent dans un milieu appauvri et confiné. Mais nous verrons que ce fait procède d'un tout autre mécanisme.

Dans la nature, on constate très souvent la présence de corpuscules trépidants dans les cellules, mais j'ai pu faire à ce sujet une remarque importante.

J'avais récolté au mois de mai deux populations identiques de Desmidiées sur les deux rives opposées (Est et Ouest) d'un étang de la forêt de Rambouillet. Ces deux populations renfermaient des espèces très diverses appartenant à des genres différents : *Cosmarium, Pleurotænium, Xanthidium, Micrasterias, Staurastrum,* etc.

Dans l'une des populations, 98 p. 100 des cellules présentaient des corpuscules trépidants. Dans l'autre, la proportion était exactement inversée : presque toutes les cellules étaient libres de ces corpuscules. Un point semble donc acquis : les conditions biologiques locales président à la formation des corpuscules trépidants.

III. — Les corpuscules trépidants dans les différents genres.

J'ai pu, jusqu'ici, les observer chez les différentes espèces appartenant aux genres suivants : *Pleurotænium, Euastrum, Cosmarium, Micrasterias, Staurastrum, Xanthidium, Arthrodermus, Tetmemorus, Desmidium.* Cette liste est certainement très incomplète ; il est probable que l'examen de nombreuses récoltes vivantes démontrera leur présence dans bien d'autres genres.

Nous avons vu précédemment que les corpuscules trépidants s'accumulaient toujours dans des vacuoles chez les espèces du genre *Cosmarium.* Il n'en est pas de même dans tous les genres. Chez les *Micrasterias,* par exemple, ils n'occupent pas les mêmes emplacements chez toutes les espèces. Ils sont disposés, le plus souvent, en files chez *Micrasterias crux-melitensis* et *Micrasterias denticulata.* Ils sont ordinairement très gros et largement disséminés dans toute l'étendue de la cellule chez *Micrasterias apiculata, Micrasterias rotata.* Enfin, chez toutes ces espèces, ils sont rigoureusement immobiles ou passivement entraînés par les mouvements protoplasmiques. Cependant, dans des cas très rares, j'ai observé ces corpuscules à l'état trépidant dans de très petites vacuoles périphériques (d'origine probablement pathologique) chez *Micrasterias crux-melitensis.*

Il s'en faut, du reste, que les dimensions des corpuscules et leur disposition dans la cellule vivante soient fixes pour une même espèce. Ces différents états sont certainement déterminés par les conditions biologiques locales qui influencent la cadence de division.

IV. — Métabolisme des corpuscules trépidants chez les « Cosmarium » cultivés.

J'ai pu étudier à loisir le comportement de ces corpuscules sur des cultures cloniques unialgales de *Cosmarium botrytis, C. Ochthodes, C. tetraophtalmum,* etc., cultures établies

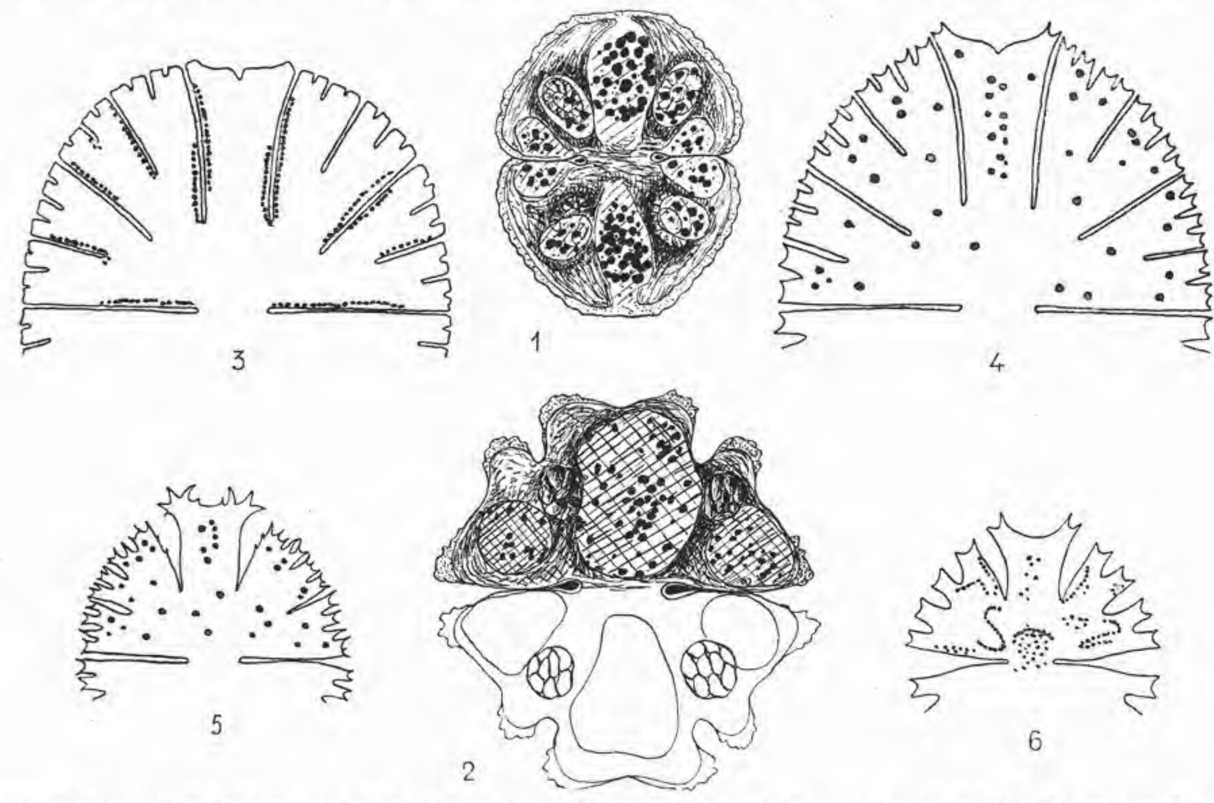


Fig. 1-6. — Disposition des corpuscules trépidants chez différentes espèces de Desmidiées. — 1. Chez *Cosmarium botrytis.* — 2. Chez *Euastrum verrucosum.* — 3. Chez *Micrasterias denticulata.* — 4. Chez *Micrasterias rotata.* — 5. Chez *Micrasterias apiculata.* — 6. Chez *Micrasterias crux-melitensis.*

et entretenues depuis trois ans au laboratoire de Cryptogamie du Muséum sur l'initiative de M. le professeur ALLORGE.

Je vais d'abord exposer une série d'observations et tenter ensuite de tirer des conclusions.

Chez toutes ces espèces, le nombre des vacuoles est à peu près constant, et ces vacuoles occupent dans la cellule des emplacements déterminés.

Sur milieu nutritif neuf, toutes les vacuoles de toutes les cellules contiennent des corpuscules trépidants.

J'ai d'abord étudié le comportement des corpuscules au moment de la division. Dès le début du phénomène, lorsque l'isthme réunissant les deux hémisomates est encore très court, de très petites vacuoles commencent à se former (fig. 7). Ces vacuoles sont instables en nombre, volume et position. Elles se soudent, se fractionnent à nouveau, puis se ressoudent souvent en une vacuole unique (fig. 8 à 10). A ce moment, les corpuscules trépidants des hémisomates anciens commencent à passer. Ils se réunissent dans la vacuole unique qui recommence alors à se fractionner (fig. 11). Le contrôle par coloration vitale au bleu de

crésyle met nettement en évidence la topographie du système vacuolaire des jeunes cellules (fig. 11). On peut aisément constater que les vacuoles ne tentent plus de se ressouder. Les corpuscules trépidants des hémisomates anciens continuent à affluer et se répartissent à peu près uniformément dans les quatre demi-cellules. En fin de division (fig. 13), on peut remarquer que le nombre des petits corpuscules a beaucoup diminué et que les gros corpuscules se sont localisés dans la région périnucléaire des nouvelles cellules, où ils s'agglomèrent souvent en masses ou en chaînes dépourvues de mouvements. Les Chloroplastes

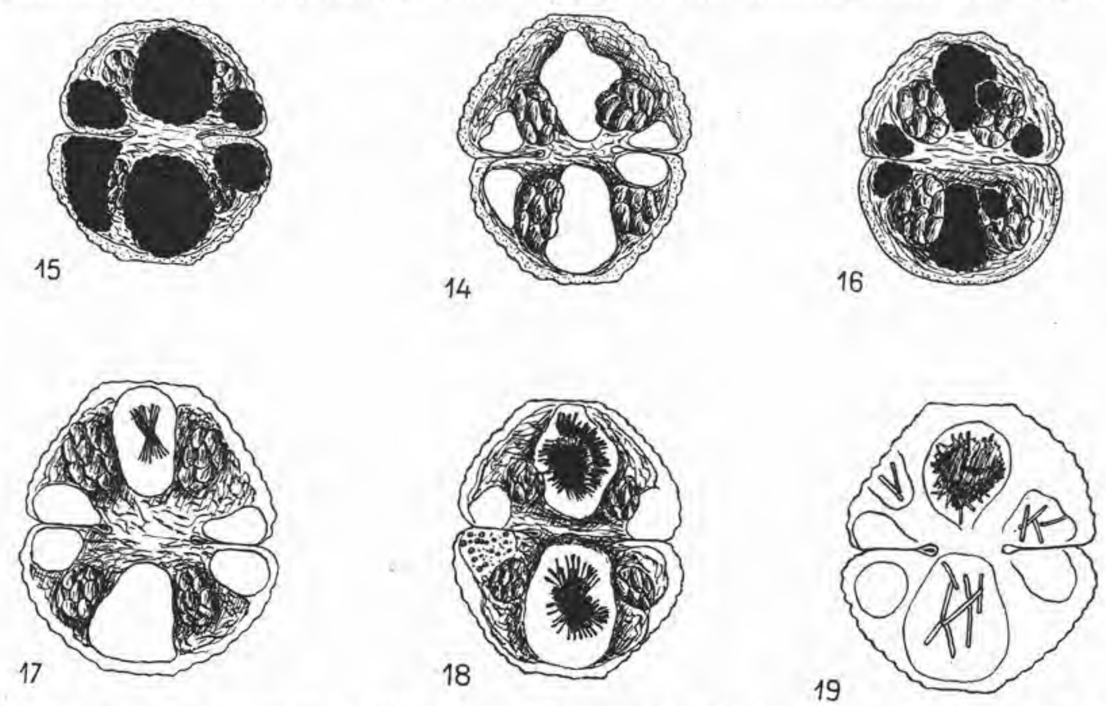


Fig. 14-19. — *Cosmarium botrytis*. — 14. Individu dépourvu de corpuscules trépidants provenant d'une culture déjà épuisée, mais où les cellules se multiplient encore assez activement. — 15 et 16. Accumulation des corpuscules dans des cellules végétant sans se multiplier. — 17, 18, 19. Cristallisation semblant se substituer aux corpuscules trépidants dans les vacuoles des cellules de très vieilles cultures.

sont alors de couleur vert clair et peu volumineux, ainsi que les pyrénoïdes. Au bout de quelques heures, les petits corpuscules reparaissent nombreux ; les gros reprennent leur liberté et leurs mouvements, tandis que la teinte des chloroplastes et le volume des pyrénoïdes indiquent que la cellule est arrivée à son complet développement.

Les divisions se succèdent ainsi à un rythme assez accéléré pendant quelques semaines, puis la vitesse de multiplication se ralentit, tandis que les corpuscules trépidants se raréfient de plus en plus dans la cellule.

A un moment donné, la division est encore active, mais les cellules ne présentent plus trace de corpuscules trépidants. Le volume des chloroplastes a sensiblement diminué, leur teinte est d'un vert très clair : la cellule semble épuisée (fig. 14).

J'ai placé deux de ces cellules venant de se diviser dans l'eau distillée. Au bout de plusieurs jours, les corpuscules trépidants n'avaient pas reparu.

J'ai repiqué deux cellules venant de se diviser, sur milieu nutritif neuf. L'expérience a été tentée le soir. Le lendemain matin, soit environ dix heures après repiquage, les corpuscules avaient reparu gros et nombreux malgré l'obscurité.

De ces deux expériences on peut déduire :

1° Que les corpuscules trépidants ne peuvent se former aux dépens des éléments constitutifs d'une cellule épuisée ;

2° Qu'ils se forment au contraire facilement lorsque la cellule peut puiser sa nourriture dans un milieu favorable ;

3° Que le phénomène de photosynthèse n'est pas indispensable à la cellule pour l'élaboration des corpuscules trépidants.

Continuons maintenant à suivre l'évolution de la culture mise en observation. Au bout d'un certain temps, la division cesse, probablement entravée par les produits de désassimilation qui ne peuvent être éliminés. Les cellules continuent à se nourrir, mais lentement.

On assiste alors à la réapparition des corpuscules trépidants, qui deviennent si nombreux qu'ils forment dans les vacuoles des masses noires absolument opaques (fig. 15 et 16).

Enfin, dans certaines cultures maintenues un an et plus sans être repiquées, on observe dans les vacuoles, à la place des corpuscules trépidants, de magnifiques cristallisations. Les cristaux sont sensiblement prismatiques. Ils montrent exactement les mêmes caractères que les corpuscules qui semblent leur avoir donné naissance : presque incolores pris isolément, ils présentent, en masse, une teinte brune violacée et sont solubles dans l'eau ou dans le suc vacuolaire à la mort de la cellule. Les cristaux ne se forment pas simultanément dans toutes les vacuoles d'une même cellule (fig. 18). On peut, en effet, observer couramment chez un même *Cosmarium*, des vacuoles à corpuscules libres trépidants et des vacuoles à contenu cristallisé.

Tous les phénomènes étudiés précédemment sont réversibles. Si nous plaçons des cellules à contenu vacuolaire compact ou cristallisé sur milieu neuf, elles reprennent, au bout de quelques jours, leur faculté de division. Masses corpusculaires ou cristallines se désagrègent petit à petit et passent à chaque division dans les vacuoles des hémisomates néoformés suivant le processus indiqué plus haut. Au bout de quelques divisions, tous les éléments cellulaires, corpuscules compris, sont redevenus normaux.

En résumé : lorsque la nutrition est bonne et la division rapide, il y a présence de corpuscules trépidants ; lorsque la nutrition est mauvaise et la division encore rapide, il y a disparition des corpuscules ; lorsque la division est entravée et la nutrition encore suffisante, il y a accumulation de corpuscules avec possibilité de réutilisation, en cas de conditions favorables à une reprise de la division.

Il y a donc identité absolue entre le métabolisme des corpuscules trépidants et celui du paramylon chez les Eugléniens.

J'ai montré, en effet, qu'en culture, — comme d'ailleurs dans la nature, — le paramylon était d'autant moins abondant que la division était plus active, que dans les culture âgées d'*Euglena deses*, par exemple, cultures dans lesquelles la division était entravée, les réserves de paramylon étaient tellement volumineuses qu'elles distendaient les cellules au point de les rendre méconnaissables et qu'enfin le paramylon disparaissait presque entièrement lorsque les cellules repiquées sur milieu neuf se multipliaient de nouveau activement.

Je considère donc avec KOPETSKY-RECHTPERG les corpuscules trépidants des Desmidiées comme des matières de réserve dont le rôle est de régulariser la

croissance cellulaire en compensant les fluctuations des conditions biologiques ambiantes. Leur présence ou leur absence dans la cellule n'est que le reflet d'un équilibre ou d'un déséquilibre entre la rapidité de division et la faculté d'assimilation conditionnée par les facteurs biologiques externes.

Ceci explique en même temps pourquoi les cellules désorganisées présentent souvent en abondance des corpuscules trépidants : ces cellules ne se multiplient plus et assimilent encore au delà de leurs besoins, d'où formation de matières de réserve. Le fait que les corpuscules peuvent apparaître la nuit, en dehors de tout phénomène de photosynthèse, explique également pourquoi on les rencontre encore dans des cellules très détériorées chez qui les chloroplastes sont réduits à quelques lambeaux (*Pleurotænium,* par exemple) et où l'assimilation chlorophyllienne est réduite à très peu de chose.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

CARTER (N.), Studies on Chloropl. of Desmids (*Ann. of Bot.*, Bd. XXXIII-XXXIV, 1919-1920).

BARY (DE), Untersuchungen über die Familie der Conjugaten, Leipzig, 1858.

FISCHER (A.), Ueber das Vorkommen von Gipskristallen bei den Desmidiaceen (*Jahrb. f. wiss. Bot.*, Bd. XIV, 1884).

FREY (A.), Étude sur les vacuoles à cristaux des Clostères (*Rev. gén. de Bot.*, t. XXXVIII, 1926).

HAUPTFLEISCH (P.), Zellmembran und Hüllgallerte der Desmidiaceen.

KLEBS (G.), Bewegung und Schleimbildung der Desmidiaceen (*Biol. Zentralbl.*, Bd. V, 1885).

KOPETSKY-RECHTPERG (O.), Ueber die Kristalle in den Zellen der Gattung Closterium Nitzsch (*Botan. Centrabl.*, Bd. XLVIII, 1931).

KOPETSKY-RECHTPERG (O.), Die Zersetzungskörperchen der Desmidiaceenzelle (*Arch. f. Protist.*, Bd. LXXV, H. 2, 1931).

LAPORTE (L.-J.), Recherches sur la Biologie et la Systématique des Desmidiées (*Thèse Doct. Univers.*, Paris, 1931).

LEBLOND (E.), Recherches sur la morphologie et la cinétique de quelques biocolloïdes (*Bull. Biol. de la France et de la Belgique*, t. LXII, 1928).

LEFÈVRE (M.), Recherches sur la biologie et la systématique de quelques Algues obtenues en cultures (*Rev. algol.*, t. VI, 1932).

LEFÈVRE (M.), De la valeur des caractères spécifiques chez quelques Eugléniens (*Recueil de trav. cryptog.* dédiés à L. MANGIN, Paris, 1931).

LÜTKEMÜLLER (J.), Die Zellmembran der Desmidiaceen (*Beitr. z. Biol. des Pflanzen*, hersgb. von F. COHN, VIII, 1902).

MANGIN (L.), Sur l'emploi du rouge de ruthénium en anatomie végétale (*Comptes Rendus Acad. Sc.*, t. CXVI, 1893).

WORREN (C.), Mémoire sur les Clostéries (*Ann. Sc. Nat.*, 2e série, t. V, 1836).

STEINECKE (F.), Die Gypskrystalle der Closterien als Statolithen (*Botan. Arch.*, Bd. XIV, H. 3-4, 1926).

WEST (G. S.), Algae, vol. I, Cambridge, 1916.

WEST (W. and G. S.), A monograph of the British Desmidiaceæ, London, 1904.

Chaire de Botanique

Phanérogamie

Professeur : Monsieur H. HUMBERT



ANTOINE LAURENT DE JUSSIEU

Source : MNHN, Paris

L'extinction des derniers vestiges de certains types de végétation autochtone à Madagascar

Par H. HUMBERT

La très grande richesse de la flore et surtout la proportion extraordinairement élevée des espèces endémiques de Phanérogames, dans les peuplements végétaux autochtones restés à l'abri des perturbations amenées par l'Homme, sont à retenir parmi les particularités les plus remarquables de la nature malgache.

Madagascar offre, au point de vue biogéographique, tous les caractères d'un continent en réduction, au même titre que l'Australie, par exemple. Un passé géologique complexe, d'ailleurs obscur encore à bien des égards, mais ayant certainement comporté des périodes de connexions territoriales qui ont permis des migrations de flore et de faune jusqu'au cours de l'ère tertiaire, puis l'isolement insulaire, facteur de ségrégation, ayant joué sur des éléments floristiques d'origine diverse, telles sont les causes principales de l'individualisation si nette de la flore (et de la faune) de la grande île dans son ensemble.

En outre, des modifications importantes de surface et de relief dues aux accidents tectoniques qui ont affecté le socle malgache comme le socle africain oriental, à l'édification d'appareils volcaniques, aux larges déplacements des lignes de rivages qui ont abouti à l'émersion des bassins sédimentaires, ont puissamment diversifié les conditions de milieu sur cette vaste terre, dont la surface actuelle est supérieure à celle de la France.

Des climats régionaux et locaux très variés, conditionnés principalement par l'allure des obstacles apportés par le système orographique à la marche des grands courants aériens, se sont différenciés corrélativement. Des sols, provenant des roches les plus diverses, se sont formés sous l'influence de ces climats variés, qui les ont pour ainsi dire marqués de leur empreinte.

En relation directe avec les aires climatiques, d'étendue très inégale, largement étalées en plaine, étroitement superposées et souvent morcelées en montagne, se sont

constitués des types de végétation répondant, comme toujours, d'une façon fidèle au jeu combiné des facteurs naturels, et par conséquent très variés eux aussi.

Climats régionaux et locaux.

A Madagascar, les différences de climat sont beaucoup plus accusées de l'Est à l'Ouest que du Sud au Nord, bien que l'île s'allonge sur plus de 12° de latitude (de 12° à 25°,5 latitude Sud). Cela tient à l'orientation générale des reliefs, disposés à peu près normalement à la direction des vents alizés humides qui soufflent du Sud-Est pendant l'hiver austral ; rencontrant à faible distance de la côte Est les hautes pentes du massif cristallin, ces vents s'élèvent en y provoquant des précipitations abondantes ; il n'y a pas de saison sèche marquée sur le versant oriental (1).

Ces pentes aboutissent à des plateaux tantôt pénéplainés, tantôt fortement mamelonnés, dont l'altitude varie de 800 à 1 800 mètres environ, ou à des crêtes, qui peuvent précéder les plateaux, ou les surmonter : trois massifs, au-dessus des hauts plateaux, dépassent 2 500 mètres d'altitude, l'un d'eux culminant à près de 2 900 mètres. Des lignes de crêtes, suivant l'orientation générale Nord-Nord-Est-Sud-Sud-Ouest, sont souvent séparées par des vallées ou des dépressions longitudinales plus ou moins profondes, parfois très accusées (2).

Cet ensemble de hauts reliefs est constitué essentiellement par le vieux massif cristallin, dont les formes ont été rajeunies à la suite d'accidents tectoniques et, çà et là, de phénomènes volcaniques ; ses pentes occidentales s'abaissent, tantôt brusquement, tantôt presque insensiblement, vers les plaines et plateaux moins élevés de l'Ouest et du Sud, où quelques reliefs isolés, tantôt sédimentaires, tantôt volcaniques, forment des enclaves en îlots avoisinant ou dépassant l'altitude de 1 000 mètres, dans la portion Sud-Ouest de l'île.

Il importe, pour bien comprendre les particularités du climat et, par suite, celles de la distribution des types de végétation autochtone, sur ce que l'on appelle habituellement les hauts plateaux malgaches, d'avoir toujours en vue la forme et la disposition réciproques des obstacles montagneux et des territoires déprimés interposés, puisque c'est le profil du relief suivant la direction moyenne des vents dominants qui conditionne au premier degré les principaux facteurs climatiques locaux. En correspondance avec ce profil, les masses d'air en mouvement par la poussée de l'alizé austral sont localement ascendantes, horizontales ou descendantes. Quoique le total des précipitations en saison fraîche soit faible sur ces territoires élevés, parce que la plus grande partie des précipitations dues au refroidissement des masses d'air ascendantes s'est déjà opérée sur le revers oriental du massif cristallin, la direction de ces masses d'air par rapport à l'horizontale conserve une importance très grande. De cette direction dépendent en effet en grande partie la fréquence ou la rareté des brouillards bas et des pluies fines de saison fraîche, la durée de l'insolation directe, la

(1) En saison chaude, l'île est soumise à un régime de vents différent, ceux-ci venant surtout d'entre Nord-Ouest et Sud-Ouest, et provoquant des pluies d'orage sur presque toute son étendue.

(2) Les principales lignes de crêtes ne jalonnent pas exactement la ligne de partage des eaux, de nombreux phénomènes de capture ayant affecté les bassins hydrographiques.

température, l'état hygrométrique, l'évaporation, facteurs d'une importance primordiale pour la végétation.

En règle générale, les versants orientés vers l'Est sont soumis à l'action des vents ascendants, tandis que ceux orientés vers l'Ouest sont soumis à l'action des vents descendants ; par suite, les premiers sont beaucoup plus nébuleux et plus humides que les seconds. Il faut cependant tenir le plus grand compte d'un phénomène qui se vérifie chaque fois que le profil du terrain s'y prête, l'existence d'un tourbillon affectant les masses d'air en déplacement, immédiatement au delà de l'obstacle opposé par un haut-relief situé perpendiculairement à la direction de ces masses. Ce tourbillon, à axe sensiblement parallèle à la crête (1), provoque un retour ascendant des filets d'air vers l'arrière, vers le haut des pentes « sous le vent » (pentes occidentales dans le cas qui nous retient ici), tandis que le bas des mêmes pentes est soumis à l'action directe des masses d'air descendantes. Ces dernières jouent le rôle d'un vent de « fœhn », échauffant et asséchant, alors que, au contraire, les filets tourbillonnaires ascendants provoquent, en se refroidissant, des condensations occultes ou des brouillards à un niveau plus élevé du même versant occidental. Le phénomène est d'autant plus accusé, et par conséquent le contraste entre la partie supérieure et la partie inférieure des pentes est d'autant plus frappant, que l'obstacle est plus important et que la dénivellation entre sa crête et sa base occidentale est plus grande. Il en est ainsi, par exemple, vers l'extrémité Sud de l'île, dans le bassin supérieur du Mandrare, où l'obstacle élevé et escarpé offert par la ligne de crêtes Vavara-Itrafanaomby-Andohahela-Anerinerina (1 500 à 2 000 mètres d'altitude environ) aux vents humides dominants de Sud-Est à Nord-Est, est immédiatement suivi, vers l'Ouest, de vallées ou de plaines basses et chaudes (200 à 400 mètres), dans lesquelles se précipitent violemment les masses d'air en mouvement. Un épais bourrelet de nuées coupant horizontalement le haut des pentes occidentales à partir de 1 400 mètres environ décèle nettement le phénomène tourbillonnaire, fréquent non seulement pendant la saison hivernale quand souffle régulièrement l'alizé de Sud-Est, mais aussi pendant l'été austral, quand soufflent des vents variables, lorsqu'ils viennent encore de l'océan Indien, surtout de Nord-Est ou d'Est. Tandis que la partie supérieure de ces pentes est ainsi plongée dans le brouillard et l'humidité, recevant fréquemment des pluies dues au mouvement ascensionnel de retour du tourbillon, leur partie inférieure est habituellement soumise à une vive insolation et balayée par des vents échauffés et asséchés par leur descente rapide (branche initiale descendante du tourbillon). Des données précises manquent sur les éléments des facteurs climatiques locaux au long de ces pentes (quantité de pluie annuelle et saisonnière, durée et intensité de l'insolation, état hygrométrique, température), mais le contraste est saisissant pour tout observateur amené à séjourner quelque temps et à diverses saisons dans ces parages, et la zone suivant laquelle s'affrontent ces climats si différents se maintient à un niveau d'une constance remarquable ; la pluie peut tomber pendant une ou plusieurs semaines sur le haut des pentes sans transgresser les limites imposées par le phénomène tourbillonnaire indiqué (fig. 1).

Dans le cas où deux obstacles importants et de hauteur à peu près égale se succèdent,

(1) Cf. notamment BALDIT, Météorologie du relief terrestre. — Ce phénomène est comparable au remous qui se produit le long d'une pile de pont dans un cours d'eau ; mais l'obstacle est alors vertical, ainsi que l'axe du tourbillon.

tels deux chaînons parallèles séparés par une dépression profonde, ou une vallée encaissée, le phénomène de fœhn détermine au fond de la dépression ou de la vallée un climat local beaucoup plus sec que celui qui règne vers la partie supérieure des deux versants se faisant face : le versant orienté vers l'Ouest offre un étage climatique supérieur plus nébuleux et plus humide et, vis-à-vis, le versant orienté vers l'Est forme un nouvel obstacle sur lequel les masses d'air en mouvement doivent à nouveau s'élever. De tels exemples de plaines allongées entre deux séries parallèles de reliefs ou de vallées encaissées et jouissant d'un climat plus sec que les hauteurs environnantes sont nombreux à Madagascar (1). Citons notamment la dépression du Mangoro, la vallée d'Ihosy, la haute vallée de l'Ionaivo, la haute vallée du Mandrare. Un plateau sensiblement horizontal s'étendant à l'Ouest d'un relief accusé est influencé par le phénomène de fœhn, et la saison fraîche y est plus sèche que sur un plateau de même altitude non précédé, par rapport à la marche de l'alizé, de reliefs plus élevés.

Lorsque les pentes occidentales s'abaissent doucement, après un plateau dépourvu de bourrelet saillant susceptible de faire obstacle à la marche des masses d'air et de provoquer le phénomène de tourbillon à axe horizontal, ces masses s'écoulent simplement vers la base des pentes. Le phénomène de fœhn se présente encore, sous forme de courant descendant, progressivement échauffé et asséché, mais le contraste entre les niveaux supérieurs et inférieurs du même versant est alors moins accusé. Il en est fréquemment ainsi aux confins du Centre et de l'Ouest.

Le climat des plaines et plateaux de faible altitude formant les bassins sédimentaires de l'Ouest est caractérisé par l'absence presque totale de pluies durant l'hiver austral, jointe à une température notablement plus élevée que sur les hauts plateaux et une nébulosité habituellement nulle ou faible, tandis qu'en saison des pluies (novembre à avril), sous un autre régime de vents (vents dominants de Nord-Ouest à Sud-Ouest), la chute d'eau est importante.

Le total des pluies diminue progressivement de l'Ouest vers le Sud, où règne un climat très sec dans l'ensemble de l'année. La hauteur d'eau reçue annuellement par les territoires les plus arides du Sud est de l'ordre de 30 millimètres, alors que, sur certaines parties de la côte Est, cette hauteur est de l'ordre de 400 millimètres.

Principaux types de végétation autochtone.

Cet aperçu, auquel nous n'avons donné quelque développement que dans la mesure où il permet d'expliquer ce qui suit, suffit à faire présenter quelle diversité peuvent offrir, à leur stade d'équilibre biologique naturel (*climax*), les types de végétation correspondant à des conditions de milieu elles-mêmes si diverses. De fait, aussi ample que la gamme des

(1) Ce cas est comparable à celui de la plaine de Limagne en Auvergne. En Afrique équatoriale, dans la région des grands lacs, des particularités de climat tout à fait comparables, dues aux mêmes causes générales et d'un intérêt primordial pour la phytogéographie, ont été mises en évidence dans les deux mémoires très importants publiés récemment par le Dr H. Scaetla, avec qui nous avons fait plusieurs mois d'itinéraires en 1929 au Congo belge oriental.

Cf. H. Scaetta, Les précipitations dans le bassin du Kivu et dans les zones limitrophes du fossé tectonique (*Institut Royal colonial belge*, 1933), et : Le climat écologique et la dorsale Congo-Nil (*Ibid.*, 1934).

climats est la gamme des types de végétation *autochtone*, distribués suivant des unités territoriales d'ordres divers.

Nous avons souligné le mot « autochtone ». Il importe en effet essentiellement, comme l'a si bien compris et montré M. H. PERRIER DE LA BATHIE (1), dans toute étude phytogéographique sur un pays comme Madagascar soumis chaque année aux feux de brousse, de faire la discrimination entre la végétation épargnée jusqu'ici par les feux et celle qui a été plus ou moins dégradée ou transformée par leur atteinte. Nous ne pouvons pas entrer ici dans des détails sur les modalités de l'instauration et de l'extension du régime des feux. Disons seulement qu'il a fait disparaître la végétation native sur d'immenses surfaces. D'année en année, il accentue le morcellement et la régression des témoins intacts, et, corrélativement, l'extension d'une végétation secondaire graminéenne qui se substitue presque immédiatement ou après une série de stades intermédiaires, à la végétation native détruite. L'étendue et la quantité de ces témoins varient très largement suivant les contrées, et cette inégalité est en rapport direct avec plusieurs facteurs : ancienneté de l'intervention humaine et densité de la population dans la contrée considérée, degré de résistance intrinsèque des divers types de végétation vis-à-vis de l'attaque par les feux, conditions climatiques, topographiques, édaphiques, facilitant ou contrariant cette attaque.

C'est ainsi qu'il reste encore des massifs forestiers assez vastes sur les contreforts orientaux des hauts plateaux et certains chaînons peu éloignés de l'océan Indien, parce que, sous le climat très pluvieux de cette partie de l'île, sans saison sèche accusée, la forêt ombrophile (2), toujours verte, haute et puissante, n'est pas directement inflammable : il faut l'abatage préalable (3) pour amener sa destruction. De plus, sous ce climat, une végétation secondaire non graminéenne s'établit transitoirement et peut stabiliser les lisières ; elle pourrait même permettre la régénération, si elle n'était pas à son tour détruite par des feux ultérieurs.

C'est sous le climat le plus opposé, le plus sec de l'île, vers son extrémité Sud et Sud-Ouest, que subsistent les plus grandes étendues de végétation primaire, laquelle est ici constituée par un *bush* très xérophile formé de buissons et d'arbres peu élevés, sans feuilles ou à feuillage réduit, généralement caduc. Peu inflammable par lui-même, du moins lorsqu'il comporte, ce qui est habituel, une forte proportion d'espèces succulentes (notamment des Euphorbes arborescentes), il a subsisté généralement sur les sols rocailleux ou sablonneux, qui couvrent d'importantes surfaces dans cette partie de l'île, parce que, sur de tels sols, en pays très sec, la végétation secondaire graminéenne ne forme pas aisément de nappes continues susceptibles de porter ensuite le feu sur les lisières.

De même qu'une transition ménagée relie le climat aride du Sud à celui de l'Ouest, de même la forêt buissonnante ou *bush* xérophile passe par une série graduée de transitions à la forêt occidentale. Celle-ci se présente d'ailleurs sous plusieurs types bien diffé-

(1) Cf. H. PERRIER DE LA BATHIE, La végétation malgache (*Annales du Musée colonial de Marseille*, 1921, 268 p., figures et cartes). — Cf. aussi H. HUMBERT, Principaux aspects de la végétation à Madagascar (*Mémoires de l'Académie malgache*, 1927, 80 p., 41 planches in-4).

(2) Ὄμβρος, pluie : forêt des climats sans saison sèche bien marquée (*Regenwald*, *Rain forest*).

(3) Abatage pratiqué de longue date, et de parcelle en parcelle, par l'indigène, en vue de cultures temporaires qu'il établit après incinération de l'abatis ; et, à la suite de l'occupation française, avant le renforcement du service forestier, par des exploitants sans scrupules.

rents, correspondant à la fois aux divers climats locaux de la région occidentale et à ses sols variés suivant la nature du sous-sol, constitué en majeure partie par les sédiments marins de l'ère secondaire. Elle diffère essentiellement de la forêt du type oriental par sa composition floristique et par la caducité du feuillage chez une grande partie des essences, caducité en rapport avec l'aridité de la saison sèche.

La forêt sèche de l'Ouest (1) est parfois assez facilement inflammable : des incendies venus de l'extérieur et poussés par le vent peuvent la parcourir sur plusieurs hectares. Les Graminées de la végétation secondaire sont souvent denses et puissantes sous ce climat à pluies abondantes en saison chaude, et leurs chaumes transmettent en saison sèche des feux qui attaquent dangereusement les lisières si quelque circonstance particulière ne les arrête pas. Là aussi, et pour les raisons déjà énoncées, c'est sur les sols rocailleux et sablonneux que se sont jusqu'ici conservés les témoins les plus importants.

Sur les hauts plateaux, ce que nous avons dit plus haut de la diversité des climats locaux peut faire pressentir une diversité correspondante des types de végétation, et il en est bien ainsi. L'unité relative que représente, au point de vue de la géographie physique, le terme hauts plateaux, ou massif cristallin, ne correspond pas à une unité comparable au point de vue phytogéographique. En effet, deux végétations bien différentes viennent s'y affronter, l'une de type oriental, tant par sa composition floristique générale que par ses caractères biologiques, en particulier la persistance du feuillage ; l'autre du type occidental, où dominent d'autres genres et d'autres familles et dans laquelle les arbres à feuillage caduc sont en majorité. La ligne de contact, véritable frontière naturelle entre deux territoires floristiques de premier ordre, ou « régions » (région orientale et région occidentale malgaches) ne possédant qu'un nombre infime d'espèces en commun (2), se place aux environs de 800 mètres d'altitude, sur les pentes où l'alizé est descendant (versant occidental *sensu lato*) ; elle peut offrir un décalage altitudinal de $\pm$ 200 mètres, rarement plus, en rapport avec des particularités locales du relief, de l'ordre de celles exposées plus haut.

Cette ligne, très sinueuse, comporte de profonds engrenages et de nombreuses enclaves. Dans la moitié Nord de l'île, elle laisse entièrement les hauts plateaux dans la région climatico-floristique orientale. Dans la moitié Sud, au contraire, la frontière entre les deux régions laisse une grande partie du massif cristallin dans la région occidentale, son profil comportant des reliefs importants sur le bord oriental, et son altitude s'abaissant parfois rapidement à l'Ouest de ces reliefs. C'est ainsi que les plateaux situés à l'Ouest de l'Andringitra et du Vohibory offrent des témoins de forêt sèche à feuilles caduques du type occidental aux environs de 900 mètres d'altitude ; il s'y rencontre même, sur des affleurements rocailleux arides accentuant la sécheresse de la station, des îlots de *bush* très xérophile du type méridional, avec certaines espèces caractéristiques du Sud.

La végétation à feuilles persistantes comporte elle-même plusieurs types fort différents sur les hauts plateaux et les reliefs qui les surmontent. Sur les portions de territoire soumises à l'action de courants ascendants humides règne une forêt dense, sombre, riche en Muscinées

(1) Ou forêt tropophile, de τροπή, changement : forêt des climats offrant deux saisons tranchées ; ses caractères biologiques changent avec les saisons (*trockenwald, deciduous forest*).

(2) A l'exception des espèces aquatiques ou semi-aquatiques et étant bien entendu qu'il s'agit de la flore autochtone.

épiphytes, à sous-bois peu abondant formé surtout de plantes herbacées à feuillage tendre ; elle occupe les pentes orientées vers l'Est, la partie supérieure des pentes occidentales là où se fait sentir le phénomène tourbillonnaire signalé plus haut et les surfaces planes soustraites à l'action de courants descendants ; la hauteur de sa futaie peut encore atteindre 18 à 20 mètres vers 1 500 mètres d'altitude par exemple, s'abaissant aux emplacements très ventilés et aux altitudes supérieures. Il en reste d'importants témoins sur les bourrelets montagneux du bord oriental de ces hauts-plateaux, où les pluies et brouillards plus fréquents la rendent moins facilement destructible. Mais, ailleurs, ses témoins sont rares et ne se rencontrent guère que dans les territoires les moins peuplés. Des fragments d'étendue diverse, pouvant dépasser un millier d'hectares, se présentent encore, notamment, dans le centre Sud (Kalambatitra, Analamaro, Ivakoany). Bien que difficilement inflammable sans abatage préalable, la forêt de ce type est détruite par attaque répétée des lisières ; la prairie la remplace presque partout directement, sauf sur les pentes orientales les plus humides et, en saison sèche, les vents violents et continus transmettent, à travers les immenses herbages secondaires des hauts plateaux, des incendies qui font reculer ses lisières assez lentement mais inexorablement et les morcellent en fragments voués à l'extinction progressive.

Sur les hauts reliefs très accusés, soumis à l'action de vents plus violents encore par suite du laminage des masses d'air au passage de l'obstacle, cette forêt s'abaisse davantage ; les arbres, devenant tortueux et rameux dès la base, sont habituellement chargés de Lichens sur leurs branches supérieures et de mousses en dessous ; puis elle fait place, sur les crêtes, à une végétation très dense, sauf sur les emplacements très rocheux, formée surtout d'arbustes à feuillage éricoïde ou lauriforme ; la composition floristique de ces peuplements diffère de celle de la forêt, bien que des essences appartenant à l'étage forestier supérieur puissent être encore représentés çà et là par des individus nains ; une foule d'orophytes héliophiles, frutescents, suffrutescents ou herbacés, constituent cette végétation étroitement localisée aux hauts reliefs. Quoique ordinairement humide, spongieuse même en raison de la fréquence des brouillards et des pluies fines sur ces sommets, elle peut se dessécher fortement après une période de journées claires et devient alors facilement inflammable en masse ; il en est de même, d'ailleurs, de l'étage forestier supérieur à Lichens, et actuellement il ne reste de l'un et l'autre de ces deux types de végétation que de rares témoins intacts, de faible étendue, sur les plus hauts sommets de l'île. Ce sont surtout les incendies ayant escaladé les versants occidentaux, lorsqu'au début de la saison chaude le régime de l'alizé fait place à des vents de Nord-Ouest et Sud-Ouest, qui les atteignent et les détruisent.

La forêt basse sclérophylle des pentes occidentales des hauts plateaux.

Les versants occidentaux sont, maintenant, presque partout entièrement dénudés, et il devient très difficile d'y rencontrer des témoins intacts de la végétation primitive. Entre le niveau moyen de 800 mètres, aux environs duquel oscille la limite commune des deux grandes régions climatico-floristiques de l'île, et un niveau se plaçant ordinairement entre 1 400 et 1 600 mètres, se présentent çà et là des restes de forêts de basse futaie formées

de petits arbres (6 à 10 mètres) tortueux, sclérophylles, toujours verts, laissant pénétrer assez facilement la lumière jusqu'au sol, à sous-bois riche et varié, constitué surtout par des arbustes et des plantes suffrutescentes à facies xérophile comme la futaie elle-même. Leur aspect rappelle quelque peu celui des forêts méditerranéennes d'Olivier et Lentisque ou de Chêne vert, mais ici les essences sont bien plus diverses et entremêlées, caractère général qu'offrent d'ailleurs tous les types de sylve primitive à Madagascar (1).

Ce type répond au climat local des territoires sur lesquels s'amorce le phénomène de fœhn défini plus haut. Il supporte une sécheresse saisonnière plus accusée que celle qui règne sur les autres parties des hauts plateaux, puisque ce sont déjà des vents en voie d'assèchement qu'il subit en régime d'alizé. Il est très héliophile ; les nuages venus de l'Est s'épanouissent dans la détente des masses d'air qui ont franchi les reliefs plus élevés, et l'insolation est très active, par temps clair, aux altitudes entre lesquelles il se présente ; une nébulosité et une pluviosité trop accusées l'éliminent au profit de la forêt ombrophile à laquelle il passe par une forêt de transition dont les témoins, devenus rares, se rencontrent çà et là entre 1 400 et 1 600 mètres d'altitude. Il est évidemment moins thermophile que la végétation régnant à plus basse altitude dans l'Ouest et le Sud, et il ne possède pas, comme la forêt à feuilles caduques de l'Ouest et le *bush* xérophile du Sud, les moyens de résister à une sécheresse accusée combinée à une température élevée, en diminuant la transpiration par la chute saisonnière, ou la réduction constante du feuillage. Aussi est-il éliminé des altitudes inférieures à 800 mètres, à partir desquelles le climat de l'hiver austral, à la fois sec et chaud dans ces parties de l'île, ne saurait lui convenir ; vers sa limite altitudinale inférieure, il passe à la forêt tropophile de la région occidentale, représentée en général, dans la zone de contact, par une futaie, basse également, mais où dominent des essences à feuilles caduques. Le changement de végétation se produit dès que les vents descendants se sont desséchés et échauffés suffisamment pour éliminer la végétation à feuilles persistantes (2).

Quelques reliefs isolés, avoisinant au dépassant 800 mètres d'altitude, et formant des îlots enclavés dans la région occidentale, offrent le même type de forêt ; la plus vaste de ces enclaves est l'Isalo (3). Sur ces hauteurs émergeant de plaines chaudes et très sèches tant que règne le régime de l'alizé, c'est, au contraire de ce qui se présente sur les versants occidentaux des hauts plateaux, grâce à des courants ascendants, tempérant les conditions climatiques des régions déprimées environnantes, que de telles forêts à feuilles persistantes trouvent les conditions écologiques favorables à leur existence.

Cette forêt sclérophylle présente divers facies, en rapport avec des différences climatiques et édaphiques locales. La composition floristique, fort constante pour chacun d'eux dans un même secteur, se modifie graduellement avec l'altitude et la latitude. L'aire géo-

(1) A l'exception de la Mangrove (végétation à Palétuviers), confinée à certains rivages maritimes et estuaires.

(2) La végétation sylvestre à feuilles persistantes ne se présente, dans l'Ouest, que dans les stations où la nappe phréatique est assez proche de la surface pour que l'eau souterraine compense l'aridité de la saison sèche.

(3) Au Nord du Fiherenana, la forêt d'Analavelo, formant encore un beau bloc de 15 000 à 20 000 hectares, entre 1 000 et 1 350 mètres d'altitude, et la forêt d'Analafanja, déjà réduite en lambeaux par les feux, vers 1 000 mètres d'altitude, à l'Ouest de la précédente, constituent des enclaves de forêt à feuilles persistantes d'un type un peu spécial, formant à certains égards, en ce qui concerne la première, une transition entre la végétation de la région occidentale et celle de la région orientale. Elles sont d'un type différent de celle de l'Isalo et de la forêt des pentes occidentales des hauts plateaux.

graphique de nombreuses espèces caractéristiques se confond avec une partie plus ou moins étendue ou avec la totalité de l'aire occupée par ce type de forêt et ne la déborde pas Quelques autres espèces se retrouvent ailleurs dans l'île. Les unes appartiennent à la région orientale ; ce sont généralement des arbres habitant aussi les forêts de montagne situées plus à l'Est, surtout les croupes ventilées. Les autres appartiennent pour la plus grande partie de leur aire à la région occidentale, dont elles dépassent les limites en se rencontrant avec les précédentes dans cette futaie basse relativement claire qui laisse filtrer la lumière solaire directe ; ce sont surtout des espèces de sous-bois ou de petites lianes, qui sont éliminées des forêts denses à ombre épaisse.

Parmi les essences caractéristiques, plusieurs appartiennent à la petite famille des Chlénacées, exclusivement malgache, et qui n'est nulle part mieux représentée, à la fois par l'abondance des individus et le nombre des espèces, que dans les divers facies de ce type de forêts.

Cette forêt est, dans son ensemble, facilement inflammable. Cependant, quelques-unes des essences qui la constituent, très peu nombreuses d'ailleurs, sont assez résistantes aux feux, soit directement, en raison de l'incombustibilité de l'écorce, soit en rejetant de souche. Aussi l'observe-t-on le plus souvent sous une forme dégradée, dans laquelle les feux ont détruit la grande majorité des essences arborescentes et fortement modifié le sous-bois primitif qui, peu à peu, cède la place aux Graminées banales de la prairie soumise aux feux. L'une de ces formes dégradées est formée par les bois de Tapia (*Uapaca Bojeri* Baill.), essence d'ailleurs respectée par les indigènes auxquels elle fournit un Ver à soie. Les Tapia eux-mêmes finissent par disparaître quand une nappe secondaire dense de Graminées s'étend entre eux, parce que les feux ne respectent pas les jeunes et entravent la régénération ; ils ne subsistent longtemps que sur les sols très rocailleux, où les feux sont contrariés par de nombreux obstacles (1) à l'abri desquels peuvent grandir les jeunes Tapia.

Les témoins vraiment intacts subsistant encore sont parmi les plus précieuses reliques de la nature primitive malgache. Ils sont devenus si rares, simples îlots épars au milieu des herbages incendiés à chaque saison sèche, que leur extinction totale est inéluctable, à moins que des mesures de protection spéciales ne soient prises sans délai (2). Pour la plupart d'entre eux, ce n'est plus qu'une question d'années, car les barrières rocheuses, les pierrailles, les ravins, qui ont fait obstacle à la marche des incendies, offrent presque toujours quelque brèche où le feu finit par s'insinuer un jour avec les Graminées envahissantes de la végétation secondaire ; et lorsque de tels boqueteaux n'offrent plus qu'une faible surface, leur « résorption » est vite consommée. Dans les contrées habitées, ils sont d'autant plus

(1) La formation à Tapia est comparable à certains facies de « savane arborée » d'Afrique tropicale, représentant même, par suite de l'action des feux, un stade de dégradation plus ou moins avancé de forêts relativement xérophiles à feuillage persistant ou semi-persistant. De telles forêts dégradées couvrent de vastes espaces, sous une latitude correspondant à celle de Madagascar et sous un climat analogue à celui des pentes occidentales des hauts plateaux malgaches, dans la Rhodésie du Sud, le haut Katanga, etc. Non loin de Salisbury, notamment, nous avons pu étudier des formations, où domine localement une autre espèce de *Uapaca* assez semblable à celle dont il est ici question.

(2) Ces témoins sont en dehors et fort loin des grandes réserves naturelles instituées récemment à Madagascar (par décret du 31 décembre 1927). Il faudrait, pour les protéger, créer de petites réserves spéciales, pourvues d'une piste de protection et surveillées. Nous cherchons actuellement une formule permettant cette création ; la principale difficulté à résoudre est celle de la surveillance effective, qui se ramène à une question de frais.

menacés qu'ils constituent les dernières réserves de bois de chauffage à portée de certains centres.

Dans son mémoire fondamental *La Végétation malgache*, M. H. Perrier de la Bathie a, le premier, défini d'une façon sommaire, mais parfaitement exacte, les caractères physionomiques de cette formation, tant primitive que dégradée, qu'il a désignée sous le nom de « Bois des pentes occidentales ». Il avait reconnu son ancienne extension sur une distance d'environ 600 kilomètres, du bassin de la Mahajamba (à la latitude de Majunga, dans le tiers Nord de l'île), jusqu'à celui du Mangoky (vallée de la Matsiatra), et il l'avait étudiée, dans son état primitif, sur des témoins rencontrés dansles Tampoketsa (1), au Nord d'Ankazobe, à Manankazo et à Ambohitantelo (2), de 1 500 à 1 650 mètres d'altitude ; à l'Est du lac Itasy, vers 1 300 mètres ; entre la Mania et la Matsiatra, de 1 400 à 2 000 mètres (Pl. I *a*) ; entre la Mania et l'Andrantsay, vers 1 600 mètres ; à Ambohimazatra, au Sud d'Antsirabe, vers 1 300 mètres. Il rattachait, avec raison, à ce type les témoins isolés sur les sommets de l'Isalo, de 900 à 1 200 mètres, tout en faisant remarquer que ces derniers présentent un facies spécial, avec quelques arbustes à feuilles caduques dans le sous-bois, et sans épiphytes.

Au cours de nos séjours à Madagascar, en 1912, 1924, 1928, 1933, 1934, nous avons consacré une notable partie de notre temps et de nos itinéraires à la recherche et à l'étude des témoins représentant encore la formation dans son intégrité primitive, et nous avons pu suivre les phases de leur destruction. Nous avons eu d'abord l'occasion d'étudier à notre tour ceux qu'avait découverts et explorés M. H. Perrier de la Bathie. Puis, à partir de 1928, nous nous sommes attachés à en chercher de nouveaux et à les suivre plus loin vers le Sud au long des versants occidentaux des hauts plateaux et des chaînes de montagnes qui les surmontent ou les prolongent vers l'extrémité Sud-Est de l'île, ainsi que sur quelques reliefs isolés du Sud, dans le bassin moyen du Mandrare, territoires que nul botaniste n'avait visités avant nous. Ces investigations, poussées aussi loin que possible des lieux habités et des pistes habituellement fréquentées, nous ont permis de constater que ce type de végétation était représenté jusqu'à une faible distance au Nord de la latitude de Fort-Dauphin (25° latitude Sud), sur le versant Ouest des dernières montagnes limitant à l'Est le bassin de Mandrare, entre 800 et 1 400 mètres d'altitude et sous les conditions climatiques déjà définies, soit à 400 kilomètres environ au Sud de la vallée de la Matsiatra. Des îlots en enclaves se présentent en outre entre 800 et 850 mètres d'altitude au sommet des petites montagnes volcaniques dominant la cuvette de Tsivory, près d'Anadabolava, point où le cours moyen du Mandrare, s'infléchissant vers le Sud, traverse ces hauteurs qui forment un arc de cercle dans le Nord du pays Antandroy ; ces îlots sont à 180 kilomètres

(1) Nom par lequel les indigènes désignent les vastes plateaux pénéplainés du Nord-Ouest.

(2) La petite forêt d'Ambohitantelo fait transition entre les bois des pentes occidentales et le forêt ombrophile sous un facies particulier dû à l'altitude et à la violence des vents balayant ces hauts plateaux. Elle est particulièrement intéressante comme l'un des derniers vestiges importants (elle couvre plusieurs centaines d'hectares) de la végétation primitive de ces plateaux aujourd'hui presque entièrement dénudés, envahis par la prairie d'herbes dures à allure steppique, mais elle ne représente pas le type habituel moyen de la formation, qui se retrouve çà et là, dans la contrée, sous forme de lambeaux au flanc de certains vallons ; ce type moyen est plus facilement inflammable que celui représenté à Ambohitantelo et a, par suite, disparu le premier. La forêt d'Ambohitantelo régresse d'ailleurs par ses lisières, qui sont directement en contact avec la prairie ; elle est à peu près de même type que la forêt occupant au-dessus de 1 500 mètres d'altitude les pentes supérieures occidentales de l'Ivakoany, à 650 kilomètres plus au Sud.

au Sud-Est de l'Isalo, relief le plus proche où étaient connues des formations similaires.

C'est donc, au total, une bande en forme d'S allongé, jalonnée par des témoins sur une longueur de 1 000 kilomètres environ (abstraction faite des innombrables sinuosités dues aux complications du relief et aux découpures des vallées), de largeur très variable (souvent faible mais pouvant atteindre plusieurs dizaines de kilomètres), suivant la hauteur et l'inclinaison des pentes, qui formait l'aire occupée par ce type de forêt avant la venue de l'Homme dans l'île et l'instauration du régime des feux. Aujourd'hui, à notre connaissance, les surfaces additionnées de tous les témoins encore intacts ne totalisent guère que quelques kilomètres carrés !

La situation des principaux témoins nouveaux que nous avons reconnus et étudiés dans leur état de nature au cours de nos itinéraires dans le quart Sud de l'île est la suivante :

BASSIN DE L'ONILAHY.

Mont Vohipolaka au Nord de Betroka. — Les premiers contreforts et les flancs de la montagne (rocailles gneissiques), sur son côté Nord-Ouest (surtout dans la petite vallée de l'Iritsoka), recèlent encore quelques hectares de boqueteaux répartis en plusieurs points, entre 1 150 et 1 400 mètres d'altitude ; ils occupent surtout des flancs de vallons ou des ressauts à contre-pente par rapport à la marche des incendies venus de la plaine. La limite inférieure locale des bois à Chlénacées se place ici aux environs de 1 100 mètres, où se voient encore quelques rares témoins de forêt basse à feuilles caduques appartenant déjà à la végétation occidentale, sous un facies de transition vers le *bush* du Sud-Ouest (Pl. I-*b*). L'influence du climat sec de cette portion de l'île se fait sentir jusqu'ici et paraît s'ajouter à celle des vents de fœhn, descendus des montagnes situées immédiatement à l'Est, pour relever le niveau marquant la frontière naturelle entre la végétation de la région orientale et celle de la région occidentale. Il en est ainsi jusque sur l'Horombe, vaste plateau dont le Vohipolaka constitue comme un bastion avancé à son extrémité Sud-Est. Ce plateau est totalement dénudé par les feux et transformé en prairie-steppe à *Aristida multicaulis* Bak., mais nous avons pu y retrouver, jusqu'aux environs de 1 000 mètres d'altitude, de très rares témoins de la végétation occidentale ; celle-ci devait le couvrir sous un facies particulier du bush à *Adansonia* (1) sur la plus grande partie de sa surface, à l'exception des mamelons plus élevés le surmontant çà et là, occupés par une végétation sclérophylle à feuilles persistantes.

Massif du Kalambatitra au Sud-Est de Betroka. — Son versant Ouest est occupé par la prairie périodiquement brûlée, jusqu'à une altitude de 1 400 mètres environ, où apparaissent les premiers lambeaux de forêt ombrophile. Au-dessous de leur limite altitudinale inférieure, se montrent, à partir de 1 100 mètres environ, notamment sur les flancs de la vallée de l'Ivahona, des témoins de bois à Chlénacées des pentes occidentales, générale-

(1) *Adansonia Za* Baill., dont un vieil individu se voit encore vers le bord Ouest du plateau près de l'ancienne piste d'Ihosy à Ranohira (et qui se retrouve à l'Est d'Ihosy dans la vallée de la Menarahaka), avec *Rhigozum madagascariense* Drake et quelques autres espèces caractéristiques (Cf. H. HUMBERT, *loc. cit.*, fig. 65 et 67).

ment à la faveur d'une rupture de pentes et d'affleurements rocheux (gneiss) formant pare-feu, comme ci-dessus ; dans la prairie périodiquement brûlée, se voient encore çà et là, comme derniers vestiges de la formation, des rejets de souche de l'une de ces Chlénacées, *Xerochlamys pilosa* Bak., notamment entre Ambatomainty et le col du Kalambatitra.

Massif de l'Ivakoany au Nord-Est de Tsivory. — Les pentes occidentales de ce massif offrent quelques lambeaux de bois à Chlénacées, sur les flancs de la vallée de l'Andranomiforitra, dans les mêmes limites altitudinales que ci-dessus (1 100 à 1 400 mètres) (Pl. II-*b*). Comme au Kalambatitra, vers 1 400 mètres sur ce versant, apparaît la forêt ombrophile, d'abord sous forme de boqueteaux dans les talwegs, où elle s'est maintenue grâce à des ruptures de pente et à l'humidité locale des stations encaissées, puis, un peu plus haut, au flanc et au sommet d'une partie des pentes supérieures (qui atteignent 1 600 mètres environ), c'est-à-dire dans l'étage climatique relativement humide, où elle régresse lentement d'année en année devant la marche ascendante des feux. Cette régression est immédiatement suivie de l'installation de la prairie, sur les argiles latéritiques d'origine gneissique.

Bassin du Mandrare.

La chaîne jalonnée par les sommets de Vavara, Itrafanaomby, Andohahela, Anerinerina, qui approchent 2 000 mètres d'altitude, formant la terminaison Sud de l'arête faîtière de l'île, offre en raccourci, sur quelques kilomètres de l'Ouest à l'Est (des vallées de la Manambolo ou de la Mananara, affluents du Mandrare, à celle de la Manampanihy, aboutissant à la côte Est), la suite la plus complète de types de végétation qu'il soit possible de rencontrer à Madagascar sur une faible distance (1). Depuis les plaines basses, arides et chaudes de l'Androy à l'Ouest, où le ciel est presque toujours serein, jusqu'aux sommets aussi fréquemment nébuleux et pluvieux que le versant oriental, plusieurs types de végétation native, très différents, s'étagent aux flancs occidentaux de ces montagnes gneissiques et granitiques (fig. 1). Ils y sont représentés par des témoins assez importants occupant encore une partie des pentes et quelques vallées latérales coupées de ravins ayant joué le rôle de pare-feux. Ce sont, de l'Ouest à l'Est, c'est-à-dire de bas en haut :

a. Le *bush* dense, très xérophile, à *Alluaudia* et *Euphorbia* du domaine du Sud (Sud-Ouest) occupant les plaines, les vallées basses au pied des montagnes et les pentes inférieures jusqu'à une altitude moyenne de 500 mètres. On peut y distinguer deux facies principaux, l'un dépourvu d'arbres dépassant une dizaine de mètres, l'autre, qui correspond soit à la proximité d'une nappe phréatique, soit à une chute annuelle de pluie un peu plus élevée que dans la plaine, piqueté d'arbres plus puissants dont le plus caractéristique est un Baobab, *Adansonia Za.* Ce dernier facies fait transition vers la forêt à feuilles caduques de type occidental.

(1) Nous avons proposé, à la suite de notre voyage de 1928, la constitution d'une onzième grande réserve dans le Sud-Est, dix réserves naturelles ayant été déjà constituées par le décret du 31 décembre 1927. Celle-ci, dont nous avons précisé les limites au cours de notre voyage de 1933-1934, s'étendra, d'après le projet que nous avons soumis à l'approbation du Gouvernement général, sur les deux versants de cette chaîne, entre la haute Mananara et la haute Manampanihy, de façon à englober cette suite remarquable, absolument unique, de témoins de tous les types de végétation, depuis le *bush* xérophile du Sud jusqu'à la forêt ombrophile de l'Est.

b. Une forêt basse à feuilles caduques, représentant un type particulier de la végétation du domaine de l'Ouest, s'étirant ici suivant une bande étroite entre 500 et 900 mètres d'altitude environ, niveau bénéficiant de pluies d'orage en saison chaude, mais à saison sèche encore très accusée et très isolée.

c. Une forêt basse sclérophylle, toujours verte. C'est la forêt à Chlénacées des pentes occidentales, qui fait plus particulièrement l'objet de cette note. Elle se présente ici entre 850 et 1 200 mètres d'altitude sous forme de lambeaux, les moins réduits ne dépassant pas,

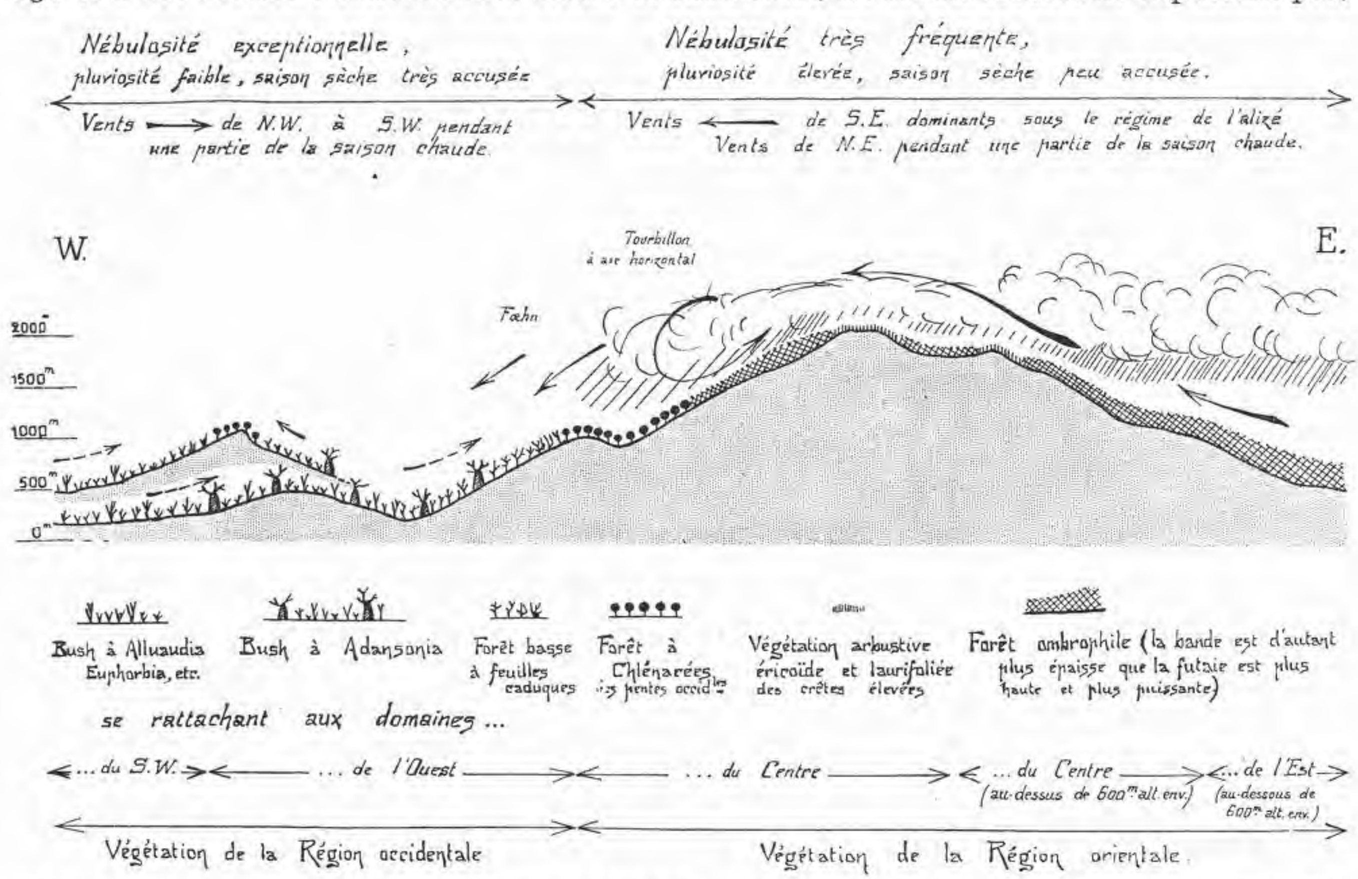


Fig. 1. Schéma de la distribution de la végétation en relation avec les facteurs climatiques sur les montagnes formant l'extrémité Sud de l'arête faîtière de l'île, entre les hautes vallées de la Mananara (à l'Ouest) et de la Manampanihy (à l'Est), sur une distance horizontale d'une douzaine de kilomètres. Au deuxième plan, vers l'Ouest, schéma de cette distribution sur les petites montagnes du Mandrare moyen (Vohidava-Vohitrotsy).

à l'état de peuplements primitifs intacts (climax de l'étage considéré, sur ce versant) une surface de quelques hectares. Nous les avons reconnus et étudiés aux points suivants :

Dans le fond de la vallée de la Sakamalio, affluent de la Manambolo, à la base Nord-Ouest de la montagne d'Analafaly (contrefort Nord-Ouest de l'Andohahelo), entre 1 100 et 1 200 mètres d'altitude, au-dessus d'un escarpement protecteur ; entre Beaka (Pisopiso) et la crête de l'Andohahelo, vers la même altitude ; dans la haute vallée de la Mananara, sur une croupe au Sud de Mahamavo au lieudit, Apiky, vers 900 à 1 000 mètres d'altitude ; en haut de la vallée d'Imonty, tributaire de la même Mananara, au Sud-Est du village d'Imonty, sur un contrefort latéral de la chaîne, le Vatazo, à 850-950 mètres d'altitude (au Nord-Nord-Est de la cime d'Elakelaka) (Pl. III-*b* et IV-*a*).

Les limites de ce type de végétation correspondent nettement à l'étage climatique carac-

térisé, sous le régime des vents de Nord-Est à Sud-Est, par la forte atténuation de la nébulosité et de la pluviosité, et par l'amorce du phénomène de fœhn (voir le schéma).

d. La forêt ombrophile, qui présente différents facies. Tout d'abord, un type de transition dans lequel la futaie s'élève, devient plus dense ; les essences précédentes ont disparu, le sous-bois a complètement changé, très appauvri par la disparition des espèces plus ou moins héliophiles encore abondantes dans la forêt à Chlénacées, remplacées par un petit nombre d'espèces sciaphiles ; puis, à partir de 1 400 mètres environ, un type peu différent de celui régnant à une altitude équivalente sur le versant Est, et dont la présence vers le haut des pentes occidentales est liée au courant ascendant (retour du tourbillon) déjà mentionné ; enfin, près des crêtes élevées, un facies de basse futaie tortueuse dans lequel le nombre des essences diminue fortement.

e. La végétation arbustive éricoïde ou lauriforme des sommets rocheux, soumis à une ventilation violente par le laminage des masses d'air au passage de l'obstacle, habituellement baignés dans le brouillard, mais recevant un total de précipitations plus faible que l'étage sous-jacent.

Sur le versant Est, règne la forêt ombrophile, du haut en bas, et d'autant plus puissante, haute et variée, que l'altitude décroît : au-dessous de 600 mètres, elle prend progressivement les caractères de la forêt du domaine oriental.

Les types de végétation *c* et *e*, ainsi que la forêt ombrophile au-dessus de 600 mètres d'altitude (1), se rattachent au domaine du Centre.

Les petites montagnes volcaniques que le Mandrare traverse dans la partie moyenne de son cours, au Sud-Est de Tsivory, en changeant de direction vers le Sud : monts Vohibaria, Vohitrotsy, Vohidava, sont couronnées sur leurs sommets, vers 800 mètres d'altitude, par la forêt basse à Chlénacées du même type que *c*, qui forme ainsi des enclaves au-dessus de la végétation plus thermophile et plus xérophile sous-jacente, de type *a* et *b* (Pl. III-*a*). Leur présence ici s'explique, comme pour l'Isalo, par des condensations dues aux courants ascendants provoqués par ces reliefs isolés.

La crête rocheuse (gneissique) de l'Amboahangy (Isira), au Nord-Ouest d'Esira, offre aussi un petit témoin de cette végétation, vers 1 180 mètres d'altitude (2).

Tous les restes de forêt basse à Chlénacées que nous avons rencontrés et soigneusement analysés, depuis le rebord Sud de l'Horombe (Vohipolaka) jusqu'aux abords de l'extrémité Sud de l'île (près de l'Elakelaka), entre les 23° et 25° latitude Sud, offrent à très peu de chose près la même physionomie et la même composition floristique, y compris les îlots en enclaves du Mandrare moyen. Ils représentent un facies particulier de la formation, caractérisé surtout, négativement, par l'absence du Tapia (*Uapaca Bojeri*) ainsi que de

(1) La transition entre la forêt du domaine oriental et celle du domaine central, versant Est, marquée notamment par la moindre richesse en Palmiers, se présente sous cette latitude déjà élevée, à une altitude un peu inférieure à celle où elle se présente vers la mi-longueur de l'île et plus au Nord.

(2) La haute vallée du Mandrare, profondément encaissée entre les chaînons du Beampingaratra à l'Est et de Vavara à l'Ouest, offre, en dessous de 800 mètres, des témoins de végétation appartenant au domaine occidental ; comme certaines vallées du bassin du Mananara cité plus loin, et pour les mêmes raisons, elle revêt nettement le caractère de vallée sèche allongée entre deux versants occupés au-dessus de 1 200 à 1 400 mètres par la forêt ombrophile du domaine oriental ; entre ces deux types de végétation tout différents devait régner une forêt sclérophylle toujours verte du type *c*, complètement détruite aujourd'hui, mais dont quelques rares espèces survivent çà et là par individus isolés, généralement sous forme de rejets dans la prairie périodiquement brûlée.

quelques autres espèces et, positivement, par la présence d'espèces spéciales à ce secteur méridional du domaine du Centre, où elles sont confinées dans les limites altitudinales et climatiques indiquées (1).

Bassin du Mananara.

Bien qu'appartenant au versant oriental de l'île, les segments supérieurs de certaines vallées de ce bassin, encaissées entre des chaînons dont la direction générale est grossièrement parallèle à la côte Est, offrent entre 800 et 1 200 mètres d'altitude des traces d'une végétation différente de la forêt ombrophile régnant habituellement sur ce versant. Cette végétation, relativement xérophile, devait se rapprocher beaucoup, tant par la physionomie que par la composition floristique, de la forêt à Chlénacées des pentes occidentales, et sa présence à l'Est de la ligne de faîte principale de l'île s'explique par l'existence locale du phénomène de fœhn au delà de barrières montagneuses précédant immédiatement ces vallées profondes qui suivent longitudinalement le flanc oriental des hauts plateaux. Il en est ainsi dans le bassin de réception de l'Ionaivo, aux environs de Ranotsara du Sud (Pl. IV-*b*), où l'obstacle auquel est dû le climat local plus sec de ce bassin est formé vers le Sud-Est et l'Est par la chaîne séparant la haute vallée de l'Ionaivo de la haute vallée de l'Itomampy et culminant au mont Papanga de Befoka, vers 1 700 mètres d'altitude ; dans la haute vallée de la Manambolo (2), affluent de l'Ionaivo, encaissée entre deux chaînons la dominant de 600 à 800 mètres, Ampandilisy-Ambatomena au Sud-Est, Analatelo au Nord-Est ; et dans la partie Nord du bassin du Mananara, dans la vallée longeant la base occidentale du pic d'Ivohibe (2 100 mètres) qui la domine de 1 200 mètres environ.

Cette végétation, en raison de son inflammabilité, a disparu de ce bassin, à tel point qu'il ne nous a pas été possible d'en trouver d'autres restes que de rares individus isolés, dans quelques stations escarpées, ou des rejets de souches épars dans la prairie périodiquement brûlée, appartenant à des espèces caractéristiques (3).

Nous ne pouvons, dans cet aperçu général, entrer dans le détail de la composition floristique de la forêt à Chlénacées (4). Nous nous contenterons d'indiquer sommairement comment elle se présente pour l'ensemble des témoins intacts mentionnés plus haut, dans les bassins de l'Onilahy et du Mandrare.

(1) Le Tapia ne paraît pas dépasser vers le Sud le massif de l'Isalo, où il est très abondant. Par sa richesse en endémiques locales, et certaines particularités du facies de sa végétation, l'enclave de l'Isalo doit être considérée comme un secteur spécial du domaine du Centre, isolé vers le Sud-Ouest.

(2) Plusieurs rivières portent ce nom ; celle-ci ne doit pas être confondue avec la Manambolo, affluent du Mandrare, citée aussi dans cette note.

(3) Les restes de forêts existant encore sur le pourtour de ce bassin, à une altitude supérieure à 1 200 mètres, appartiennent à un type ombrophile beaucoup moins inflammable, dont la régression se fait seulement par attaque des lisières.

(4) Nous avons, dans tous les témoins rencontrés, recueilli d'abondants spécimens de chacune des espèces qui les constituent, et, comme il s'agit d'une futaie basse où tous les arbres sont aisément reconnaissables et abordables, au contraire de ce qui a lieu dans la grande forêt ombrophile, il sera possible un jour de donner un relevé fidèle du groupement, quand les déterminations seront faites. Mais comme beaucoup d'espèces appartiennent à des familles n'ayant pas encore fait l'objet de revisions monographiques, et que plusieurs sont certainement nouvelles, le relevé complet sera long à établir.

Arbres. — Plus de cinquante espèces, toutes de faible hauteur, 6 à 8 mètres habituellement, rappelant, par le port et le feuillage, l'aspect de l'Olivier, du Chêne vert, du Lentisque, appartenant aux familles les plus diverses :

3 Chlénacées [*Xerochlamys pilosa* Bak. (1), *Sarcolæna oblongifolia* F. Gérard, 1 *Xylolæna*] ; 5-6 Rubiacées ; 3-4 Légumineuses ; 3-4 Sterculiacées (*Dombeya*) ; 2-3 Tiliacées (*Grewia*) ; 3-4 Euphorbiacées (*Croton*) ; 2-3 Araliacées ; 2 Violacées (*Rinorea*) ; 1 Cannellacée (*Cinnamosma*) ; 1 Malpighiacée (*Dichætanthera*) ; 1 Méliacée (*Turræa*) ; 1 Olacinée (*Apodytes*) ; 1 Rhamnacée (*Protorhus*) ; 1 Cunoniacée (*Brexia*) ; 1 Hamamélidacée (*Dicoryphe*) ; 1 Myrtacée (*Eugenia*) ; 1 Homaliacée (*Homalium*) ; 1 Samydacée (*Asteropeia*) ; 1 Composée (*Brachylæna*) ; 1 Éricacée (*Agauria*) ; 2 Ébénacées (*Diospyros*) ; 1 Oléacée (*Noronhea*) ; 1 Apocynacée (*Mascarenhasia*) ; 1 Loganiacée (*Nuxia*) ; 1 Bignoniacée ; 2 Verbénacées (*Vitex*) ; 1 Urticacée (*Trema*) ; 1 Moracée (*Ficus*), 1 Saxifragacée (*Brexia*), 1 Célastracée, etc.

Arbustes (de 1 à 3 mètres environ). — Soixante à soixante-dix espèces d'arbustes toujours verts, en majorité à port de Myrte, d'Alaterne, de Buis, se répartissant aussi entre de nombreuses familles, mais différemment :

Une dizaine de Composées (*Vernonia, Psiadia, Helichysum, Oliganthes*) ; au moins autant d'Euphorbiacées (*Croton, Acalypha, Phyllanthus,* etc.) ; plusieurs Légumineuses (*Mundulea, Indigofera, Crotalaria, Dichrostachys,* etc.) ; diverses Malvacées (*Hibiscus*), Tiliacées (*Grewia*) et Sterculiacées (*Dombeya*) ; plusieurs Rubiacées et Labiées, 2-3 Célastracées (*Polycardia,* etc.) ; 2 Érythroxylées (*Erythroxylon*) ; 2-3 Éricacées (*Philippia*) ; 1 Capparidacée (*Capparis*) ; 1 Polygalacée (*Polygala*) ; 1 Ochnacée (*Ochna*) ; 1 Melastomacée (*Memecylon*) ; 1 Apocynacée (*Carissa*) ; 1 Verbénacée (*Clerodendron*) ; 2 Thyméléacées (*Lasiosiphon*) ; 1 Liliacée (*Dracæna*), etc.

Lianes. — Ce sont de petites lianes, à la hauteur de cette futaie basse, qui superposent çà et là leur feuillage à celui des arbustes les plus grands et des arbres entremêlés, en fleurissant au même niveau que ceux-ci, à la lumière directe. Elles appartiennent à une trentaine d'espèces, principalement des Asclépiadacées (*Secamonopsis, Pentopetia, Cynanchum, Ceropegia*), des Apocynacées (*Jasminum, Landolphia, Plectaneia*), des Légumineuses (*Dolichos, Mimosa*), des Ménispermacées (*Cissampelos*), des Ampélidacées (*Leea*), 2 Hippocratéacées (*Hippocratea*), 2-3 Cucurbitacées, 2-3 Convolvulacées (*Ipomæa*), 1 Passifloracée (*Molucca*), 1 Rubiacée, 1 Acanthacée (*Thunbergia*), 1 Dioscoréacée (*Dioscorea*), etc.

Les plantes basses entre les arbustes et les arbres sont beaucoup moins variées. La strate suffrutescente et herbacée est disjointe ; les espèces qui la composent se répartissent suivant leurs exigences vis-à-vis de la lumière directe, qui arrive en général modérément tamisée au sol ; comme elles sont héliophiles pour la plupart, elles forment de petites colonies aux places où la futaie est plus claire. Quelques espèces à adaptations xérophytiques accusées recherchent les rocailles affleurant fréquemment dans cette futaie (têtes ou arêtes

(1) Dominant, présent dans tous les témoins de végétation primitive intacts et persistant longtemps, après destruction du groupement (climax) par les feux, sous forme de rejets de souche.

de roches dures, filons de quartz, etc.) et y constituent de petits groupements de chasmophytes assez constants dans leur composition (1), mais non obligatoirement liés au type de végétation que nous étudions ici.

Les espèces suffrutescentes sont surtout des nanophanérophytes, appartenant aux Acanthacées (*Hypoestes, Barleria, Crossandra*), aux Composées (*Helichrysum, Vernonia*), aux Rubiacées (*Anthospermum*), aux Euphorbiacées (*Euphorbia*), aux Polygalacées (*Polygala*), aux Labiées (*Orthosiphon*), aux Verbénacées (*Cœlocarpus*), aux Gentianacées (*Exacum*), etc.

Les plantes herbacées sont remarquablement peu nombreuses tant en espèces qu'en individus. A peine pouvons-nous citer, parmi les hémicryptophytes, quelques Graminées, totalement différentes de celles de la prairie soumise aux feux et ne formant jamais, dans les formations vierges, une nappe continue, mais tout au plus de petites colonies disjointes comme les autres espèces du sous-bois ; 3-4 Fougères (*Asplenium, Pellea, Actiniopteris*), 2-3 Cypéracées, 2-3 Composées, etc. Parmi les géophytes à rhizome ou à bulbe, quelques Orchidées (*Eulophia, Cynosorchis*), Liliacées (*Rhodocodon*, etc.).

Les thérophytes (espèces annuelles) manquent à peu près totalement ; nous ne pouvons en citer aucune espèce propre à cette formation (2).

Les plantes vasculaires épiphytes, si abondantes dans les autres types de végétation à feuilles persistantes, manquent à peu près totalement dans cette forêt basse, du moins dans la portion de l'île considérée. A peine pourrions-nous mentionner exceptionnellement quelques Orchidées. Les Phanérogames parasites y sont représentés par 2-3 Loranthacées (*Viscum*).

Le sol est presque nu, la strate muscinale et lichénique pratiquement nulle.

Conclusion.

Tels sont, brièvement esquissés, après une minutieuse exploration des derniers peuplements encore intacts, les caractères physionomiques et floristiques d'un des types les plus remarquables de la végétation de Madagascar dans son état de nature primitif. Lorsque les feux auront parachevé leur œuvre dévastatrice, plus rien ne permettra aux futurs chercheurs de se faire une idée de l'aspect et de la composition de cette végétation qui constituait le *climax* sur les pentes occidentales des hauts plateaux, dans les limites altitudinales indiquées (800 à 1 600 mètres environ) et, çà et là, aux flancs de quelques vallées sèches situées à l'Est de l'arête faîtière principale de l'île (3). Avec elle auront disparu de très nombreuses espèces végétales, ainsi que la faune qu'elles nourrissent directement ou

(1) Comprenant des Apocynacées (*Pachypodium*), Crassulacées (*Kalanchoe*), Asclépiadacées (*Cynanchum, Ischnopelis*), Euphorbiacées (*Euphorbia*), Amaryllidacées (*Vellozia*), Composées (*Senecio*), Liliacées (*Aloe*), Orchidées (*Angræcum*), Labiées (*Moschoma*), Cactacées (*Rhipsalis cassytha* L., chasmophyte ici, épiphyte dans la forêt ombrophile), tous succulents, auxquels s'ajoutent des espèces du type sclérophylle appartenant aux genres *Myrothamnus, Eriospora, Asplenium, Actiniopteris, Selaginella*, etc.

(2) Les thérophytes ne sont guère représentés, à Madagascar, que par des espèces semi-aquatiques vivant sur les grèves d'étangs et de rivières, en dehors de la foule des espèces rudérales ou messicoles de la végétation secondaire.

(3) Seuls subsisteront sans doute quelques îlots de végétation se rattachant à ce type, sur certains promontoires isolés de l'Isalo, abrités des feux par de hauts escarpements de grès et des ravins très profonds et abrupts.

indirectement. La plupart de ces espèces sont des endémiques dont l'aire, souvent très étroite, est strictement limitée à des conditions de milieu bien définies, précieux héritage d'un passé ancien, véritables fossiles vivants qu'il n'y a aucun espoir de retrouver sur d'autres points du globe.

Abstraction faite de l'intérêt scientifique primordial de telles reliques, la destruction de la végétation native sur ces pentes a des conséquences économiques désastreuses. Ces forêts basses jouaient un rôle de protection dont l'efficacité peut se mesurer à l'étendue des ravages causés par l'ablation de ce couvert ligneux continu à racines solidement ancrées au sol, rôle que ne remplacent nullement les touffes cespiteuses, non contiguës à leur base, des Graminées sclérophylles de la végétation secondaire. Partout des phénomènes d'érosion intense décapent les pentes, enlèvent rapidement la mince couche de terre superficielle, dénudent les argiles latéritiques dont la surface se durcit et prend la consistance de la brique, tandis que des ravins se découpent en lobes multiples et profonds, à pans verticaux (Pl. IV-*b*). Les grandes pluies accompagnant les orages de saison chaude deviennent alors dévastatrices; les cours d'eaux rongent leurs berges, parfois les transgressent, et en aval les riches plaines des vallées sont dévastées par des crues soudaines et violentes (1), tandis que la navigabilité des grands fleuves de l'Ouest devient de plus en plus précaire en saison des pluies, en raison de l'accumulation des bancs mouvants et de l'inconstance des chenaux. Telles sont, entre bien d'autres, les conséquences néfastes du régime des feux de brousse.

(1) C'est ainsi que plusieurs milliers d'hectares de belles terres alluviales, dans les seules vallées de l'Onilahy et du Fiheranana, ont été enlevés et charriés à la mer depuis trente ans (renseignements fournis notamment par M. l'administrateur Guitou, chef de la région de Tuléar) ; or, dans cette partie de l'île, les seules terres vraiment fertiles et cultivables sont précisément celles qui s'étendent le long de ces vallées. — Il y a quelques années, la Mahajamba, fleuve important du Nord-Ouest, a abandonné son lit et s'est déversé dans celui du Kamoro, affluent de la Betsiboka ; ce phénomène de capture de grande envergure s'est produit à la base des pentes occidentales formant le bassin supérieur de la Mahajamba, d'où le couvert végétal primitif a été détruit par les feux.

Il est bien entendu que ces déséquilibres sont dus non seulement à la destruction de la forêt sclérophylle plus particulièrement étudiée dans cette note, mais aussi à celle des autres types de forêt occupant les pentes au-dessus et au-dessous de ses limites altitudinales (800-1 600 m.). Toutefois, l'ablation du couvert primitif sur les pentes formant entre ces limites la plus grande partie des bassins de réception des cours d'eau de l'Ouest a certainement joué le plus grand rôle perturbateur.

EXPLICATION DES PLANCHES

Pl. I-*a*. — Bord d'un îlot dégradé de forêt à Chlénacées et *Uapaca Bojeri* D. C. (Tapia), dans la haute vallée de la Mania, au Nord d'Ambositra, vers 1 400 mètres d'altitude. Au premier plan, et au fond à droite, végétation secondaire (prairie xérophile soumise au régime des feux).

Pl. I-*b*. — Aux confins de la forêt basse à feuilles caduques de la région floristique occidentale, dont un lambeau à facies xérophile se voit au premier plan, protégé par des rochers, et de la forêt basse à feuilles persistantes à Chlénacées, visible au second plan, sur les premières pentes du Vohipolaka, au Nord de Betroka, vers 1 100 mètres d'altitude. Le petit arbre au milieu et au premier plan est une Araliacée nouvelle. Au second plan, la prairie brûlée.

Pl. II-*a*. — Une espèce à la fois nouvelle et à peu près éteinte, *Brachylæna microphylla* Humbert (Composées). Cet arbre est le plus beau spécimen que nous ayons rencontré, protégé des feux par des rochers sur les pentes Nord-Ouest du Vohipolaka, au Nord de Betroka, à 1 400 mètres d'altitude, dans un lambeau dégradé de la forêt à Chlénacées.

Pl. II-*b*. — Reste très dégradé de forêt basse à Chlénacées, en voie de destruction totale par le feu, où ne subsiste plus guère que *Xerochlomys pilosa* Bak. parmi les Graminées envahissantes (récemment brûlées au premier plan). Haute vallée de l'Andranomiforitra, vers 900 mètres d'altitude au Sud-Est de Betroka.

Pl. III-*a*. — Témoin (plusieurs hectares) de forêt sclérophylle à Chlénacées, à la cime du Vohitrotsy, près d'Anadabolava (Mandrare moyen), vers 800 mètres d'altitude (climax). En avant, la prairie soumise aux feux ; arbres brûlés en lisière.

Pl. III-*b*. — Lambeau de forêt sclérophylle à Chlénacées (climax) sur un ressaut du Vatazo, près d'Imonty, au Nord-Nord-Est de l'Elakelaka (bassin du Mandrare), à 850-950 mètres d'altitude. La prairie due aux feux forme un coin qui tend à scinder ce lambeau en deux portions (au deuxième plan) ; elle occupe déjà les pentes de l'arrière-plan, que les feux ont atteintes en contournant ce ressaut.

Pl. IV-*a*. — Lisière, en voie de régression, d'une autre portion de la forêt basse sur le Vatazo, près d'Imonty, vers 900 mètres d'altitude. Au premier plan, décapage du sol superficiel et début d'érosion des argiles latéritiques sous-jacentes, consécutifs au déboisement.

Pl. IV-*b*. — Pentes totalement dénudées, au niveau où s'étendait la forêt basse à Chlénacées. La prairie à aspect steppique soumise aux feux périodiques. Au deuxième plan, de grands ravins attaquent la montagne par érosion régressive, dans les argiles latéritiques (substratum gneissique). Haut bassin de l'Ionaivo, au Sud-Ouest de Ranotsara du Sud, vers 1 000 mètres d'altitude (vallée de l'Andranomena).



Fig. A.



H. HUMBERT, phot.

Fig. B.



Fig. A.



H. HUMBERT, phot.

Fig. B.

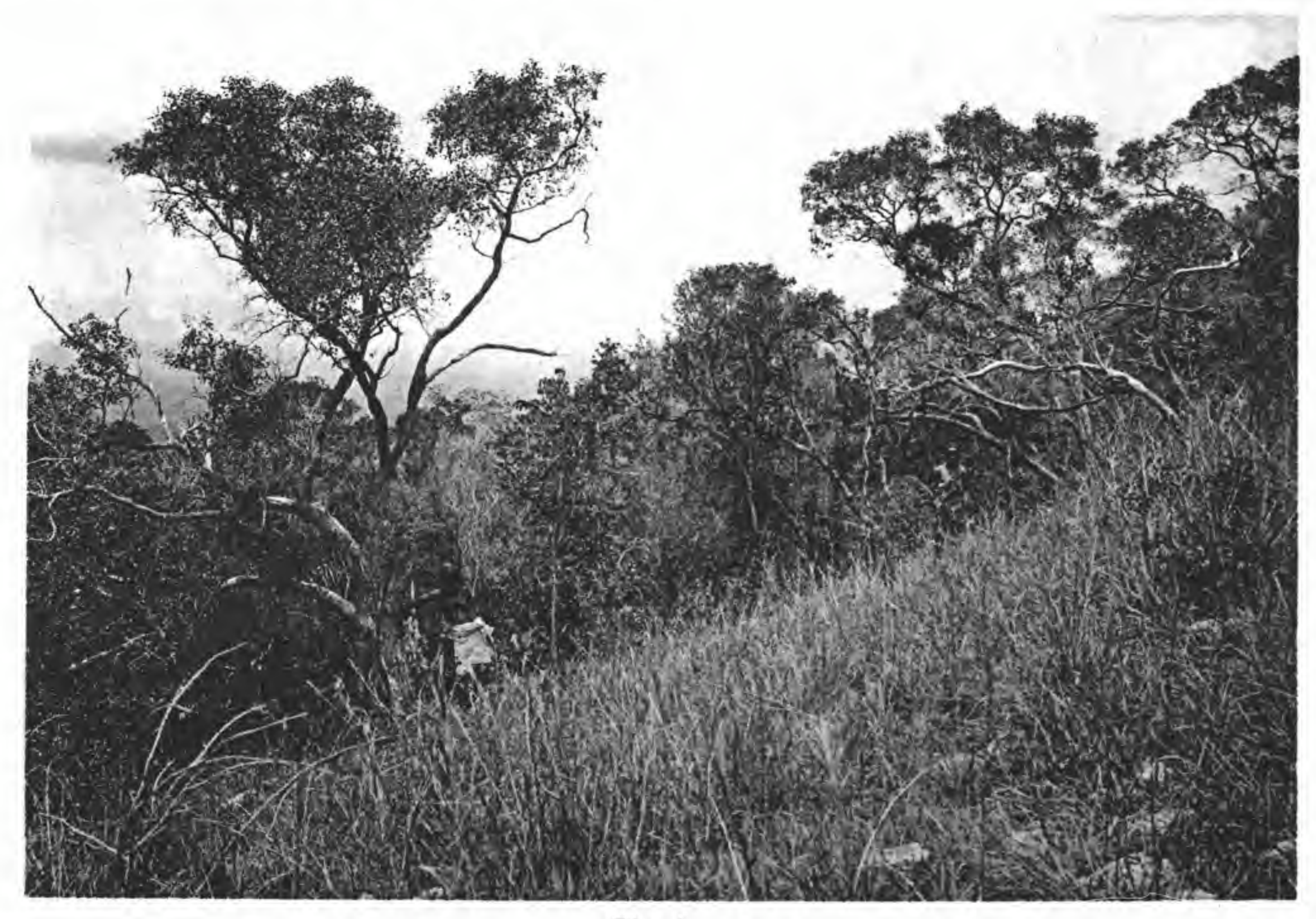


Fig. A.



H. HUMBERT, phot.

Fig. B.



Fig. A.



H. Humbert, phot.

Fig. B.

« Mitrasacmopsis quadrivalvis »

espèce nouvelle d'un genre nouveau malgache (Loganiacées-Spigéliées)

Par P. JOVET
Assistant au Laboratoire de Phanérogamie du Muséum.

L'étude de l'herbier de Madagascar de M. H. Perrier de la Bathie a conduit récemment à l'identification de deux espèces nouvelles de Loganiacées-Spigéliées herbacées : *Mitreola Perrieri* et *M. turgida* (1).

Dans la présente note, la nouvelle espèce de Spigéliée herbacée décrite mérite d'être prise comme type d'un genre nouveau.

Distincte de *Mitreola* (fleurs pentamères) par ses fleurs tétramères, par la forme de sa capsule non munie de deux cornes aiguës plus ou moins divergentes, par sa déhiscence, cette espèce se rapproche davantage des *Mitrasacme* (fleurs tétramères), dont elle diffère principalement par la forme de sa capsule, qui s'ouvre par quatre valves, la placentation : placentas peltés portés par un pédicule inséré à la base de la cloison de séparation des deux loges carpellaires, les stipules présentes, les anthères sessiles, les deux styles soudés séparés seulement à la partie supérieure (2).

Diagnose du genre nouveau *Mitrasacmopsis*.

Flores hermaphroditi, 4-meri, gamosepali et gamopetali. Petala prefloratione valvata. Antheræ sessiles longitudinaliter dehiscentes. Styli bini basi coaliti supra liberi. Ovarium biloculare. Ovula numerosa ad latus dorsale placentæ inserta. Placentæ peltatæ pediculo brevi basi dissepimenti mediani insertæ. Capsula carpellis binis, subpyramidalis, apice truncata, lateraliter compressa, basi dilatata et cum calice accrescente et indurato concrescens, rimis 4 (2 septicidis et 2 loculicidis) dehiscens. Semina rugulosa. Folia opposita, membrana interpetiolari conjuncta, stipulis binis magnis. Herba eglandulosa.

(1) *Bulletin du Muséum*, 2e série, t. VI, no 3, 1934.

(2) Chez *Mitrasacme*, les fentes dorsales des carpelles sont limitées, les stipules nulles ou rudimentaires, les styles soudés à la partie supérieure et séparés à la partie inférieure ; les carpelles sont plus ou moins divariqués, plus ou moins aigus à la maturité.

Description du *Mitrasacmopsis quadrivalvis*, sp. nov.

Comme un grand nombre de plantes annuelles herbacées dressées, le *Mitrasacmopsis quadrivalvis* a une taille variable et sa tige peut être d'abord couchée sur le sol (environ 8 cm.). Habituellement de 10 à 20 centimètres, sa hauteur peut atteindre 24 centimètres, mais de très petites plantes, n'atteignant que 3 centimètres et munies de feuilles cotylédonaires et primordiales, peuvent être florifères et fructifères. La tige simple dans les échantillons jeunes ou de petite taille est généralement garnie dans la moitié ou les deux tiers supérieurs de rameaux dressés tous florifères.

Le système radiculaire fibreux est peu développé.

Les feuilles opposées, simples, entières, ovales, elliptiques, légèrement plus pâles en dessous, les plus grandes (30 mm. × 7 mm.), sont atténuées insensiblement en un pétiole court ($1^{mm},5$ environ). Les échantillons n°s 3802 et 12475 ont des feuilles plus étroites, atténuées aux deux extrémités (20 mm. × $2^{mm},5$ à 3 mm.) ; les inférieures sont plus petites, rhomboïdales (4-5 mm.), nettement pétiolées (pétiole 1-$1^{mm},5$). Les feuilles cotylédonaires et primordiales sont petites, différentes des adultes, le pétiole aussi long que le limbe rhomboïdal, dilaté brusquement.

Les feuilles opposées sont réunies par une membrane interpétiolaire dilatée au milieu en deux stipules opposées à deux pointes aiguës fimbriées (fig. 2-*a*, *b*). Les tiges, légèrement quadrangulaires, ont de faibles ailes membraneuses (fig. 2-*b*).

A un faible grossissement, la plante paraît hirsute. En réalité, à un grossissement plus

---

LÉGENDE DE LA PLANCHE

Fig. 1. — Sommité avec fleurs et fruits. Gr. × 7 env. Dimensions réelles : rameau n° 1, partie nue 5 millimètres ; 1-*b*, même sommité, rameau central n° 2 vu par l'autre côté pour montrer la position de cymes très jeunes à la base des rameaux.

Fig. 2. — *a*, *b*. — Nœud avec ligne stipulaire interpétiolaire.

Fig. 3. — Nervation de l'extrémité d'une feuille.

Fig. 4. — Fleur à l'anthèse, vue par transparence. Gr. 30 env. Dimensions réelles : hauteur totale de la base du calice à l'extrémité de la corolle : $1^{mm},75$; hauteur du calice : $0^{mm},3$-$0^{mm},4$; lobes libres du calice : $0^{mm},5$-$0^{mm},8$; diamètre du tube de la corolle : $0^{mm},6$-$0^{mm},7$.

Fig. 5. — Fleur ouverte et étalée. Les faisceaux vasculaires sont indiqués par des tirets. Hauteur totale : $1^{mm},4$-$1^{mm},5$; hauteur du tube : $1^{mm},03$.

Fig. 6. — Étamine vue par transparence à travers la corolle : l'anthère est libre, mais sessile à l'extrémité du faisceau vasculaire.

Fig. 7. — Style bifide.

Fig. 8. — Ovaires vus par transparence à différents états.

Fig. 9. — Placenta : *a*, vu de profil ; *b*, de dessous ; *c*, de dessus.

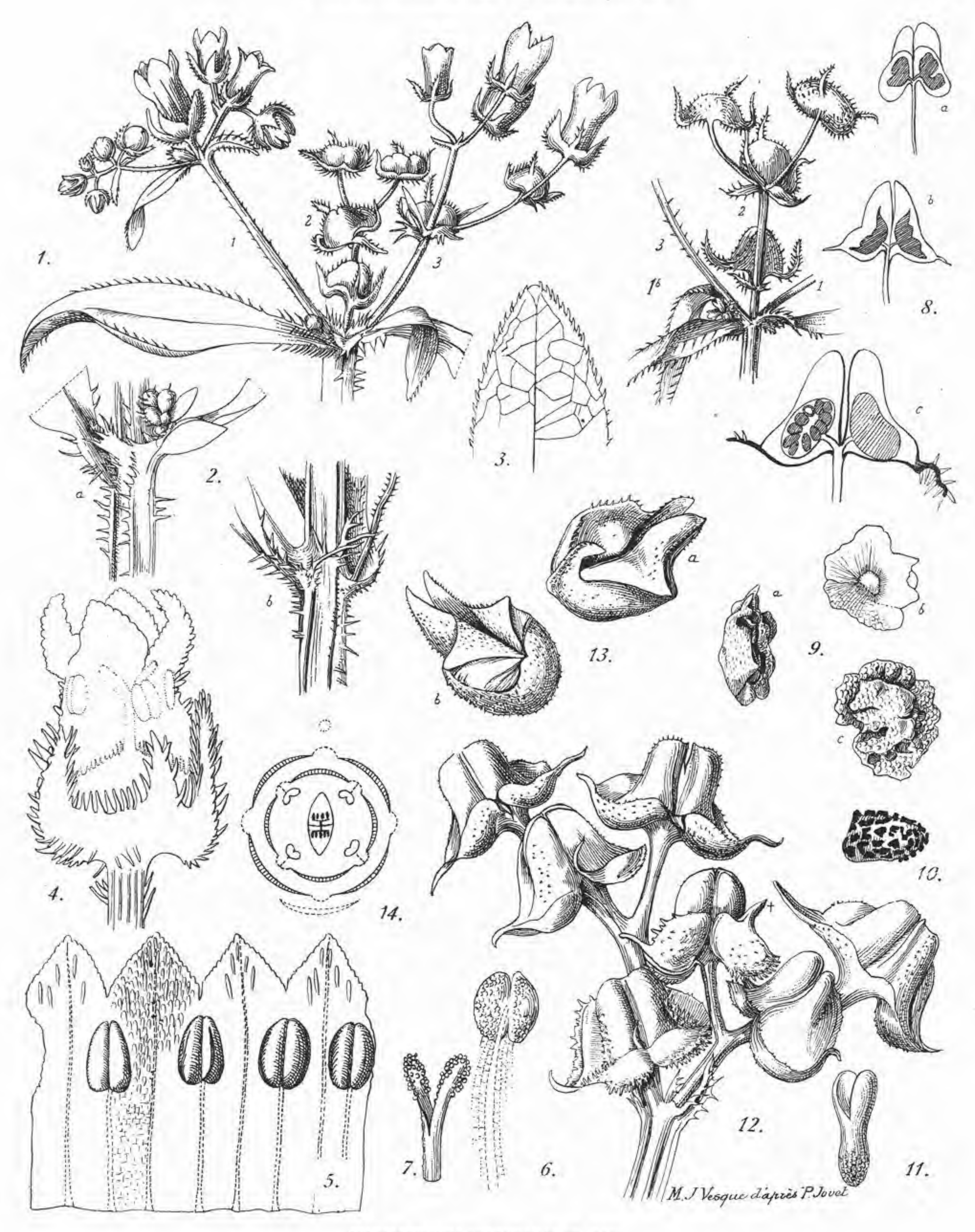
Fig. 10. — Graine sèche. Longueur : environ $0^{mm},5$.

Fig. 11. — Embryon.

Fig. 12. — Sommité fructifère. Gr. env. 23. Le calice d'un des fruits est irrégulier (+). Base du fruit environ 2 millimètres. D'une extrémité d'un lobe libre du calice fructifère étalé à l'extrémité opposée : 3-$3^{mm},5$; hauteur du fruit : $1^{mm},5$-$1^{mm},8$.

Fig. 13. — Demi-fruit : *a*, vu de trois quarts par-dessus ; *b*, par la paroi médiane.

Fig. 14. — Diagramme (la place de la bractée est à vérifier).



Mitrasacmopsis quadrivalvis sp. nov.

fort, les aspérités sont des « papilles » triangulaires, hyalines, d'un blanc grisâtre, un peu brillantes ; elles sont surtout très denses sur les jeunes inflorescences, très nombreuses sur les dents du calice, où elles sont de taille beaucoup plus grande. Sur les lignes interpétiolaires et les ailes des tiges au voisinage des nœuds, elles sont beaucoup plus allongées. La corolle est garnie de cellules en saillie; quelques-unes beaucoup plus allongées ferment la gorge au moment de l'anthèse. Toutes ces aspérités sont très finement ornementées.

Les inflorescences sont des cymes multipares, axillaires ou terminales, unipares scorpioïdes au sommet des rameaux. Il est peu facile, vu l'exiguïté des inflorescences, de distinguer les bractées de différents ordres (fig. 1-*a*, *b*).

Le calice à quatre lobes libres, aigus, d'abord dressés contre la corolle (fig. 4), est accrescent, puis les lobes libres s'étalent. Le calice est adné et induré à la base du fruit (fig. 12) et muni de longues pointes très divariquées, aiguës. Quelquefois un des lobes libres est déplacé latéralement (fig. 12 +).

La corolle cylindrique, tubuleuse, porte quatre étamines à anthères sessiles, mais libres, introrses, alternes avec les divisions de la corolle (fig. 4, 5, 6).

L'ovaire bicarpellaire, d'abord plus ou moins sphérique (fig. 4), est surmonté d'un style bifide (fig. 4 et 7) promptement caduc. La capsule vésiculeuse, aplatie latéralement, plus épaisse à la base, se prolonge en deux auricules obtuses, arrondies, restant contiguës jusqu'à la déhiscence. Les deux carpelles se séparent complètement, et chaque carpelle s'ouvre par une fente dorsale complète qui se continue au milieu de la cloison médiane séparant les lobes carpellaires (fig. 13, *a-b*). En réalité, il n'y a que trois fentes : une séparant les carpelles l'un de l'autre et, pour chaque carpelle, une fente le partageant en deux valves.

Les placentas stipités, à pédicule inséré dans l'angle basilaire interne de chaque carpelle (fig. 8), sont peltés et garnis de replis. On peut les observer par transparence après éclaircissement par l'hypochlorite de chaux. Les ovules sont insérés à la face supérieure et au pourtour des lames placentaires (fig. 8-*c*).

Les graines sont brun foncé, presque noirâtres. La figure 10 montre une graine sèche ; après reprise de turgescence, l'ornementation est un peu différente. La graine est albuminée, l'embryon droit (fig. 11), la radicule supère.

Diagnose de l'espèce nouvelle : *Mitrasacmopsis quadrivalvis.*

Herba annua, erecta, glabra, 3-24 cm. alta, radicibus fibrosis. Caulis fere semper ramosus. Folia integra, simplicia, opposita, infima rhomboidalia, suprema lanceolata vel sublinearia, membrana interpetiolari conjuncta, stipulis binis magnis. Inflorescentiæ in cymis multiparibus dispositæ, ramis ultimis in cymis scorpioideis uniparis. Flores minuti, $1^{mm},75$ longi, regulares, hermaphroditi, 4-meri, Calyx gamosepalus, persistens, in fructu accrescens, quadrilobus, lobis liberis acutissimis $0^{mm},6$-$0^{mm},8$ longis. Corolla gamopetala, minuta, $1^{mm},5$ longa, alba, tubulosa, cylindrica, $0^{mm},6$ in diametro metiens, tubo 1 mm. longo, quadrilobato, lobis liberis alternisepalis, triangularibus, apice obtuso, præfloratione valvata. Stamina inclusa ; antheræ orbiculares, biloculares, introrsæ, longitudinaliter dehiscentes, alternipetalæ, sessiles, supra mediam partem tubi corollæ insertæ.

Ovarium primum globosum, bicarpellatum, stylis binis basi coalitis, supra liberis. Capsula 2 mm. longa, 1 mm. lata, 2 mm. alta, lateraliter compressa, basi dilatata et calici accrescenti concrescens. Calyx cum lobis patentibus acutissimis 3-3^{mm},5 longus. Carpella bina, subpyramidalia, apice obtuse truncata. Placentæ axillares, peltatæ, stipite ad basim dissepimentorum insertæ. Ovula numerosa ad latus dorsale placentarum inserta. Semina rugulosa. Embryo rectus.

Répartition géographique.

Le genre *Mitrasacmopsis*, représenté par cette seule espèce, n'est connu actuellement que de Madagascar :

Limites des domaines de l'Ouest et du Centre : rocailles, quartzites, 700 mètres d'altitude, avril 1919, sur la Mania, P. DE LA BATHIE, nº 12544. — Domaine du Centre : rocailles, quartzites et micaschistes humides vers 2 000 mètres d'altitude, février 1929, à l'Ouest d'Itremo, monts Analamamy, P. DE LA BATHIE, nº 12475. — Domaine du Centre : silve à Lichens, vers 2 000 mètres d'altitude, avril 1924, mont Tsaratanana, P. DE LA BATHIE, nº 16104 *bis*. — Limites des domaines du Centre et du Sambirano, lieux découverts, vers 1 200 mètres d'altitude, avril 1924, mont Tsaratanana, P. DE LA BATHIE, nº 16104. — Domaine du Sambirano : rocailles peu ombragées, mars 1909, forêts du versant du Sambirano, massif de Manongarivo, P. DE LA BATHIE, nº 3802.

Il est assez difficile de fixer les aires précises des différentes espèces de *Mitreola* et de *Mitrasacme*, par suite de confusion de certaines espèces voisines.

Certains *Mitreola* sont localisés : les uns en Amérique septentrionale, entre les 10º et 40º latitude Nord ; d'autres en Amérique centrale ; d'autres encore au Nord du 20º latitude Sud, en Amérique du Sud. Ce sont des espèces différentes qui habitent l'Himalaya, la Birmanie, l'Australie, l'Indochine. Deux espèces qui semblent plurannuelles proviennent de Chine. Les *Mitreola Perrieri* et *M. turgida*, récemment décrits, sont connus du domaine de l'Ouest de Madagascar.

Plus nombreuses (40 d'après l'*Index Kewensis* et ses suppléments), les espèces de *Mitrasacme* sont principalement connues du continent australien, de la Tasmanie, quelques-unes de Java, Luçon, Manille, Formose, Japon, Chine, Indochine, Est du Bengale, mais le genre ne dépasse pas à l'Ouest la côte de Malabar.

Les *Mitreola* et *Mitrasacme* ne sont pas signalés en Afrique.

Sous le rapport des Loganiacées-Spigéliées herbacées, il y a donc affinité entre la flore malgache et celle de l'Asie tropicale orientale, la Malaisie, l'Australie.

Source : MNHN, Paris

Essai sur les affinités et la répartition des Fougères d'Indochine

(*A l'exclusion des « Polypodiaceæ »*)

Par Mme TARDIEU-BLOT

La flore ptéridologique d'un pays tel que l'Indochine qui possède des conditions climatiques et édaphiques si variables du Nord au Sud et constitue une sorte de carrefour entre des régions géobotaniques très dissemblables, sera, nous pouvons le deviner, essentiellement complexe. Ses caractères dominants sont, en effet, la non-homogénéité, le mélange d'espèces tropicales et malaises, chinoises, himalayiennes, et enfin d'endémiques, plus ou moins isolées.

Nous allons d'abord rapidement passer en revue chaque famille et chercher ses affinités, puis nous tâcherons de mettre en lumière quelques faits essentiels.

Les *Hymenophyllaceæ* sont représentées en Indochine par les deux genres : *Hymenophyllum* (10 espèces) et *Trichomanes* (23 espèces). Elles sont un exemple frappant du mélange d'éléments variés : 5 espèces à très large répartition géographique, 13 espèces étroitement tropicales et en particulier malaises, 10 himalayiennes, 2 seulement chinoises et japonaises ; 3 espèces enfin uniquement indochinoises peuvent être, jusqu'à maintenant, considérées comme endémiques, elles proviennent toutes des massifs montagneux du Tonkin et de l'Annam. La richesse en espèces est assez voisine de celle de la Chine [CHING (1) en dénombre 40], mais moins riche que la région malaise (presqu'île de Malacca et îles de la Sonde).

Les *Dicksoniaceæ* ne sont représentées que par le seul *Cibotium barometz*, répandu dans presque toute l'Indochine (il n'a pas été récolté en Cochinchine).

Les *Cyatheaceæ* sont loin d'offrir en Indochine la même diversité d'espèces qu'aux îles de la Sonde ou aux Philippines (plus de 60 espèces). La richesse de cette famille est à peu

(1) R. C. CHING, The present status of our knowledge of chinese ferns (*Peking nat. Hist. Bull.*, t. VII, 1932-33, p. 253).

près analogue à celle de la Chine. Des sept espèces connues, cinq sont à affinités malaises, s'étendant au Nord soit jusqu'en Indochine, soit jusqu'en Chine et au Japon ; une seule est une espèce chinoise ; enfin, le *Cyathea Metteniana*, de Formose, se retrouve dans les montagnes du Nord du Tonkin.

Les *Gleicheniaceæ* sont intéressantes parce qu'elles nous présentent des espèces assez étroitement endémiques, communes à la Chine et à l'Indochine : *G. chinensis*, au Sud de la Chine et des montagnes de la frontière tonkinoise, *G. splendida* trouvé aussi en Annam et au Laos. Une espèce endémique, *G. Blotiana*, est répandue dans toute l'Indochine.

Les *Schizaeaceæ* sont représentées en Indochine par deux genres : *Lygodium* (8 espèces) et *Schizaea* (2 espèces). Parmi les *Lygodium*, il faut citer une espèce curieuse, commune au Haut-Tonkin et du Sud de la Chine, le *L. subareolatum*, seule espèce de *Lygodium* du continent asiatique à nervures réticulées, voisin des *L. Matthewi* et *L. Merrillii* des Philippines et surtout du *L. heterodoxon* du Centre de l'Amérique. Deux autres espèces sont aussi endémiques pour l'Indochine et le Sud de la Chine; ce sont les *L. Colaniæ* et *L. conforme*. Il y a donc, ici aussi, un petit groupe d'espèces proprement chinoises et indochinoises. Les *Schizaea*, qui ont quatre représentants en Malaisie, et n'existent au contraire pas en Chine, nous offrent deux espèces banales : *S. digitata* et *S. dichotoma*, le *S. digitata* étant inconnu en Annam et au Tonkin.

Les *Osmundaceæ* ont aussi une richesse en espèces intermédiaires entre celle de la Malaisie (2 espèces) et de la Chine (6 espèces). Trois des quatre espèces connues en Indochine sont représentées au Tonkin, étant des espèces chinoises et japonaises surtout — aucune en Cochinchine.

Les *Ophioglossaceæ*, avec les trois genres *Ophioglossum* (incl. *Ophioderma*), *Botrychium*, *Helminthostachys*, trouvés en Indochine, n'ont que des espèces banales à très larges répartition géographique; elles sont surtout connues en Annam et au Cambodge, une seule provenant du Tonkin.

Quatre genres de *Marattiaceæ* avaient été signalés en Indochine dans les *Notes Ptéridologiques*. Sur ces quatre genres, deux seulement le sont avec raison : *Angiopteris* et *Archangiopteris*. Le *Marattia fraxinea* a été faussement déterminé : les *Marattia* n'existent pas dans notre région, et le genre *Protomarattia*, n'étant qu'un synonyme d'*Archangiopteris*, ne doit pas être conservé (1). Le genre *Archangiopteris*, créé par CHRIST pour une plante du Yunnan, est longtemps resté monospécifique. D'autres espèces de ces très rares Fougères ont ensuite été trouvées par HAYATA à Chapa et au Tam Dao, une autre à Formose. Cette espèce serait probablement, d'après CHING (2), qui a examiné un échantillon de Haïnan, une simple forme géographique des espèces tonkinoises. Quoi qu'il en soit, ces plantes étaient considérées comme un des groupes endémiques les plus intéressants de la haute région Yunnano-tonkinoise. Une nouvelle localisation, très différente, des *Archangiopteris* vient d'être signalée en Annam à très faible altitude (50-100 mètres). Pour les *Angiopteris*, où les limites spécifiques sont particulièrement difficiles à fixer (certains auteurs rangeant toutes les formes sous le nom d'*A. evecta*, d'autres décrivant jusqu'à

(1) CHRISTENSEN et TARDIEU-BLOT, Fougères d'Indochine IV, Marattiaceae, Notulae Systematicæ, 1935.
(2) *Loc. cit.*

120 espèces), CHING admet en Chine 8 espèces. Il semble que ce genre soit particulièrement riche en espèces endémiques en Indochine (ou dans le Sud de la Chine et l'Indochine), 6 sur 11 étant nouvelles pour cette région.

PRINCIPALES AFFINITÉS. — 1. L'**élément tropical**, et en particulier malais, est le premier en importance : sur 87 espèces, 28 peuvent y être rattachées, c'est-à-dire 32 p. 100 (CHING donne pour la région Sud-Ouest de la Chine 8 p. 100 du même élément) ; 19 de ces espèces ont leur extrême limite vers le Nord en Indochine, 9 au contraire s'étendant jusqu'en Chine et même jusqu'au Japon. C'est dans les régions montagneuses de l'Annam voisines de la côte, et sur le plateau du Lang Bian, que ces espèces ont surtout été récoltées, ainsi qu'en Cochinchine (Phu Quoc, Poulo Condor). Certaines des endémiques ont, de plus, des affinités tropicales nettes, soit qu'elles se rapprochent d'espèces malaises ou pantropicales, ou même qu'elles puissent être considérées comme des espèces vicariantes de celles-ci. Par exemple, le *Lygodium conforme* est l'homologue du *L. circinnatum*, cependant assez différent pour former une espèce distincte ; le *L. Colaniæ* est très voisin du *L. polystachyum*, etc.

2. L'**élément himalayien** vient ensuite avec 15 espèces (17,2 p. 100, tandis qu'il est de 30 p. 100 pour le Sud-Ouest de la Chine, d'après CHING). Les deux tiers de ces espèces s'arrêtent au Tonkin, le tiers des espèces restantes s'étendant jusqu'en Chine méridionale. On les trouve surtout dans les montagnes au Nord du Tonkin et de l'Annam, ainsi qu'au Cambodge (une seule espèce en Cochinchine).

3. L'**élément chinois** est de 12,6 p. 100. Bien que moins nombreux lorsqu'il s'agit de l'Indochine entière (nous avons vu qu'il n'en était pas de même lorsqu'il s'agit seulement du Tonkin) (1), il est non moins intéressant, car il comprend des espèces, et même des genres, plus étroitement endémiques. Nous avons déjà signalé le noyau « Yunnano-tonkinois » des *Angiopteris*. Beaucoup d'espèces récoltées par M. PÉTELOT dans la région de Chapa, si bien explorée par lui, ont aussi été identifiées par CHING dans le Sud de la Chine ; par exemple, *Lygodium subareolatum, Gleichenia chinensis, G. splendida*. L'*Angiopteris caudatiformis* est le seul exemple, parmi les plantes qui nous retiennent ici, de Fougère récoltée seulement en Chine et en Cochinchine, mais il y a là une lacune qui sera certainement comblée.

4. Les **espèces indochinoises** (que nous pouvons provisoirement considérer comme endémiques) sont au nombre de 15, ce qui nous fait un pourcentage de 17,2 p. 100 pour les familles étudiées. Leurs affinités sont assez variées : malaises pour le *Lygodium conforme, L. Colaniæ, Gleichenia Blotiana*, chinoises pour le *Trichomanes cystoseiroides* par exemple. Quelques-unes semblent former un groupe bien à part, tel l'*Archangiopteris Cadieri*, seule espèce de ce genre ayant des nervures récurrentes (ce qui nous a amené à modifier la des-

(1) TARDIEU-BLOT, Les Aspléniées du Tonkin (*Thèse de Paris*, 1932 ; voir Introduction).

cription de CHRIST), et l'*Angiopteris annamensis*, qui, pouvant être unipenné (même la plante adulte fertile), à port d'*Archangiopteris*, a une situation bien à part parmi les *Angiopteris*.

Nous pouvons essayer de classer en quelques tableaux les principales espèces étudiées suivant leurs affinités :

Espèces purement indochinoises :

Hymenophyllum oxyodon.
H. Poilanei.
Trichomanes cystoseiroides.
Cyathea Salletii.
Gleichenia Blotiana.
Lygodium Coloniæ.
Archangiopteris tamdaoensis.
A. Cadieri.
A. subintegra.
Angiopteris mekongensis.
A. magna.
A. polytheca.
A. cochinchinensis.
A. confertinervia.
A. annamensis.

Espèces chinoises et japonaises trouvées en Indochine (1) :

Lygodium subareolatum, C.
Gleichenia chinensis, C.
G. splendida, C.
G. Blotiana, C.
Osmunda Vachelii, C.
Angiopteris caudatiformis, C.
A. yunnanensis, C.
Trichomanes Naseanum, C., J.
T. latemarginale, C., F.
Cyathea Metteniana, F.
Osmunda japonica, J.

Espèces malaises et pantropicales s'arrêtant en Indochine :

Trichomanes nitidulum.
T. pallidum.
T. sumatranum.
T. javanicum.
T. papillatum.
T. gemmatum.
T. proliferum.
T. maximum.
T. sublimbatum.
Hymenophyllum denticulatum.
H. javanicum.
H. fimbriatum.
Lygodium salicifolium.
L. polystachyum.
Gleichenia semivestita.
G. lævigata.
Cyathea glabra.
C. contaminans.
Osmunda javanica.

Espèces malaises et pantropicales s'étendant à travers l'Indochine jusqu'en Chine ou au Japon :

Gleichenia volubilis.
G. lævissima.
G. linearis.
Trichomanes parvulum.
T. Kurzii.
Cibotium barometz.
Cyathea podophylla.
C. latebrosa.
Helminthostachys zeylanica.

(1) La lettre C signifie Chine ; J, Japon ; F, Formose ; I.-C., Indo-Chine.

Espèces sikkim-himalayiennes s'étendant jusqu'en Indochine :

Hymenophyllum exsertum.
H. osmundioïdes.
H. khasianum.
H. badium.
Trichomanes plicatum.
Cyathea Brunoniana.
Botrychium daucifolium.
Angiopteris Hookeriana.
A. repandula.

Espèces sikkim-himalayiennes s'étendant à travers Indochine et jusqu'en Chine et Japon :

Trichomanes insigne, I.-C.
T. latealatum, I.-C.
T. birmanicum, I., J.
T. acutilobum, I.-C.
Angiopteris crassipes, I.-C.
Botrychium ternatum, I.-C., J.

Espèces à très large répartition géographique :

Trichomanes Motleyi.
T. bipunctatum.
T. auriculatum.
Hymenophyllum polyanthos.
Lygodium japonicum.
L. flexuosum.
L. scandens.
Schizæa digitata.
S. dichotoma.
Ceratopteris thalictroides.
Osmunda cinnamonea.
Ophioglossum pedunculosum.
O. gramineum.
O. pendulum.
O. reticulatum.

La RICHESSE DES DIFFÉRENTES RÉGIONS de l'Indochine en Fougères est encore difficile à déterminer rigoureusement, étant donné qu'elles ont été inégalement explorées. Le Laos, par exemple, qui se signale à nous maintenant par un nombre relativement restreint d'espèces, réserve encore aux ptéridologues de très précieuses découvertes.

Les régions élevées de l'Annam (massif de Bana, région de Nhatrang, Lang Bian) et surtout du Tonkin (région de Chapa à la frontière du Yunnan, massif du Pia Ouac, du Mauson), couvertes d'épaisses forêts, sont, comme le fait aussi remarquer CHING pour les régions avoisinantes du Yunnan, extraordinairement riches non seulement en espèces, mais en formes, la plupart des espèces très répandues donnant ici des formes géographiques particulières pouvant même être prises, par des botanistes ayant une conception plus étroite de l'espèce, pour des unités distinctes. Pour ce qui concerne le groupe de Fougères que nous venons d'étudier : 63,2 p. 100 du nombre des espèces indochinoises ont été trouvées au Tonkin et 65,5 p. 100 en Annam ; mais, si le Tonkin n'est pas, à quelque chose près, le plus riche, il possède un grand nombre d'espèces rares localisées à cette région (20 espèces, sur lesquelles 9 sino-japonaises et 4 endémiques) ; 25 des espèces indochinoises sont spéciales à l'Annam dont 7 malaises et pantropicales et 4 endémiques très nettement isolées ; aucune espèce chinoise. Les affinités de ces deux régions sont donc très typiquement différentes : au Tonkin, dominance des espèces chinoises ; en Annam, des espèces malaises et tropicales.

La Cochinchine est beaucoup moins riche : 29,8 p. 100 des espèces indochinoises y sont

représentées, avec 3 seulement spéciales à cette région. Constatons en passant qu'un grand nombre des espèces trouvées en Cochinchine ne l'ont été, la plupart du temps, que dans une seule localité, au maximum 3, tandis qu'au Tonkin nous avons souvent pour la même plante 14 localités différentes, avec plusieurs collecteurs par localité. En Cochinchine, au contraire, nous avons fréquemment un seul collecteur par localité et, chose curieuse, nous retrouvons le plus souvent le nom des explorateurs de la première heure : GAUDICHAUD, GERMAIN, GODEFROY et PIERRE, qui récoltaient entre 1837 et 1878. Nombre de plantes n'ont pas été recueillies depuis eux. Faut-il en conclure qu'elles sont devenues beaucoup plus rares, du fait des défrichements, de l'extension des cultures, etc.... ?

En résumé :

La flore ptéridologique de l'Indochine telle que nous l'avons étudiée ici (à l'exclusion des *Polypodiaceæ*), est une flore riche et complexe dans la composition de laquelle entrent des éléments à très large répartition géographique, des éléments malais et pantropicaux, sino-japonais, himalayiens et endémiques.

La recherche du pourcentage de ces différents éléments nous a donné :

12,6 p. 100 d'espèces endémiques ;			
32	—	—	malaises et pantropicales ;
12,6	—	—	chinoises (et japonaises) ;
17	—	—	sikkim-himalayiennes ;

le reste étant des espèces ubiquistes à très large répartition.

Nous sommes ainsi très loin des conclusions tirées par M. GAGNEPAIN (1) pour deux des plus grandes familles des Phanérogames, les Composées et les Euphorbiacées, d'après lesquelles il établit des rapports qu'il étend à l'ensemble des Phanérogames ; la comparaison des deux différents résultats donne en effet :

	Inde. —	Chine. —	Iles de la Sonde (et Philippines). —
Phanérogames.......................	11	8	5,6
Fougères	15	11	18

Les affinités les plus étroites ne sont donc pas ici avec les Indes, comme pour les Phanérogames.

(1) GAGNEPAIN, Contribution à l'étude géobotanique de l'Indochine (*Ann. mission col. Marseille*, 1926).

Classification des Bambusées

Par AIMÉE CAMUS

L'étude des Graminées de l'Indochine et de Madagascar m'ayant amenée à décrire plusieurs genres de la sous-famille des *Bambusoideæ* ou tribu des *Bambuseæ*, il me paraît utile de faire quelques additions au tableau des genres et tribus donné, par mon père, dans la monographie qu'il a publiée de ce groupe (1).

Les genres nouveaux n'appartenant pas aux trois premières tribus, je ne m'occuperai pas ici des *Arundinariæ*, des *Arthrostylideæ* et des *Chusqueæ* et renverrai pour elles au travail déjà cité.

TRIBU IV. — **Bambuseæ veræ.** — Étamines 6 à filets libres ; épillets non ventrus, à fleurs supérieures et inférieures très souvent imparfaites ; glumelle supérieure (*palea*) bicarénée au moins dans la fleur inférieure ; caryopse petit ou moyen, non sillonné, ni couronné par la base très épaissie du style ; péricarpe mince, adné à la graine (adhérente par le hile seulement dans le genre *Greslania*).

A. Glumelle supérieure (*palea*) large, bicarénée, à carènes ailées ; épillets pluriflores.

B. Style court, surmonté par 2-3-4 stigmates plumeux ; feuilles relativement étroites. *Guadua* Kunth.

BB. Style ordinairement allongé ; stigmates 2 ; feuilles très larges........... *Guadella* Franch.

AA. Glumelle supérieure (*palea*) souvent étroite, à carènes non ailées ou même sans carènes.

B. Glumelle supérieure (*palea*) entière ou bidentée.

C. Épillets à deux ou plusieurs fleurs fertiles.

D. Épillets pluriformes ; glumelle supérieure bicarénée.............. *Bambusa* Schreb.

DD. Épillets à deux fleurs ⚥ ; glumelle supérieure à peine bicarénée. *Oreobambus* Schum.

CC. Épillets à une seule fleur fertile.

E. Épillets 4-7 flores, les inférieures réduites à la glumelle inférieure, l'avant-dernière ⚥ la supérieure rudimentaire, située à l'extrémité d'un long article de la rachéole enchâssé dans la glumelle supérieure bicarénée et profondément canaliculée dorsalement entre les carènes; styles 3, à peine soudés ; stigmates courts.................. *Nastus* Juss.

DD. Épillets biflores avec le rudiment d'une seconde fleur; glumelle supérieure obscurément bicarénée ; style très court ; stigmate 3............................. *Greslania* Bal.

BB. Glumelle supérieure bifide, dans les fleurs inférieures carénée ; dans la fleur supérieure seule fertile non carénée ; style allongé ; stigmates 2............................ *Thyrsostachys* Gamble.

TRIBU V. — **Hickelieæ.** — Étamines 6 à filets libres ; épillets très ventrus, à fleur supérieure ⚥, les inférieures

(1) E.-G. CAMUS, Les Bambusées, p. 16 (1913).

neutres ; glumelle supérieure de la fleur fertile enroulée, sans carènes, à dos un peu sillonné ; caryopse très gros, sillonné, surmonté par la base épaissie du style ; péricarpe mince, adné à la graine. *Hickelia* A. Camus.

TRIBU VI. — **Synandræ.** — Étamines 6 à filets soudés en tube ; épillets à fleurs supérieure et inférieures parfois imparfaites ; fruit non sillonné, à péricarpe mince, non charnu, se séparant ou non de la graine.

A. Épillets pluriflores, unisexués, comprimés ; chaumes herbacés.

B. Épillets non arqués, les 4-6 inférieurs ♂ ou neutres, à glumelle supérieure bicarénée, à carènes ailées, les supérieures ♀ à glumelle supérieure de même texture et de même forme que la glumelle inférieure.. *Puelia* Franchet.

BB. Épillets arqués, les fleurs inférieures à glumelle supérieure bicarénée, la fleur supérieure à glumelle supérieure enveloppante.. *Atractocarpa* Franchet.

AA. Épillets à une ou plusieurs fleurs ⚥, non ou à peine comprimés ; chaumes ligneux.

B. Épillets souvent en capitules, pluriformes, obovales ou oblongs ; glumelle supérieure bicarénée, différente de la glumelle inférieure ; glumellules 1-3, irrégulières, parfois nulles. *Gigantochloa* Kurz.

BB. Épillets rapprochés en capitules, allongés, cylindriques, à 1-2 fleurs fertiles, la supérieure ⚥ à glumelle supérieure enroulée, non ou à peine carénée, semblable à la glumelle inférieure ; glumellules courtes ou nulles.. *Oxytenanthera* Munro.

BBB. Épillets non en capitules, rapprochés sur les rameaux, allongés, cylindriques, à une fleur ⚥ ; glumelle supérieure enroulée, non carénée, semblable à la glumelle inférieure, bicuspidée au sommet, à pointes divergentes ; glumellules rudimentaires ou nulles......... *Neohouzeaua* A. Camus (1).

TRIBU VII. — **Bacciferеæ.** — Étamines 6, libres (plus dans *Ochlandra* et parfois soudées par les filets) ; fruit à péricarpe mince ou charnu séparable de la graine.

SOUS-TRIBU I. — *Dendrocalaminæ.* — Glumelle supérieure bicarénée au moins dans les fleurs inférieures de chaque épillet, non ventrue ; épillets à une ou plusieurs fleurs, non ventrus ; 6 étamines libres ; styles divisés ; glumelles ne formant pas de faux fruit ; glumellules existant souvent.

A. Péricarpe mince, crustacé.

B. Épillets courts, en petits fascicules sur les rameaux divisés de la panicule ; fruit petit, déprimé, subglobuleux ; glumelle supérieure très enroulée ; articles de la rachéole courts.............. .... *Pseudostachyum* Munro.

BB. Épillets allongés, espacés sur les rameaux de la panicule ; fruit allongé, atténué en bec ; glumelle supérieure très enroulée ; articles de la rachéole allongés....... *Teinostachyum* Munro.

BBB. Épillets allongés, disposés en capitules ; fruit contracté à la base et au sommet ; glumelle supérieure non ou peu enroulée ; articles de la rachéole, sauf le supérieur, peu allongés...... .... *Dendrocalamus* Nees.

AA. Péricarpe charnu, épais.

B. Épillets gros, pluriflores, ordinairement à une seule fleur ⚥, souvent en capitules isolés ; fruit contracté à la base, atténué au sommet, mucroné ou rostré, surmonté par le style allongé... .... *Cephalostachyum* Munro.

BB. Épillets petits, biflores, disposés en petits fascicules sur les rameaux de la panicule ; fruit contracté au sommet ; style court.......................... *Melocalamus* Benth. et Hook.

SOUS-TRIBU II. — *Melocanninæ.* — Glumelle supérieure nulle ou semblable aux glumelles inférieures ; épillets à une fleur fertile ; 6 étamines ou plus dans *Ochlandra* ; un style souvent long ; glumelles ne formant pas de faux fruit ; glumellules petites ou nulles.

A. Péricarpe mince, dur, crustacé, prolongé en un bec enveloppant le style ; glumellules petites... .... *Schizostachyum* Nees.

AA. Péricarpe charnu.

B. Épillets petits ; glumellules nulles ou rudimentaires.................. *Dinochloa* Büse.

BB. Épillets gros ; glumellules assez développées.

C. Étamines 6, rarement 5 ou 7 ; glumellules 3 ou 2 ; fruit gros, rostré, piriforme, très charnu.. *Melocanna* Trin.

(1) Le genre *Neohouzeaua* A. Camus comprend actuellement cinq espèces de l'Indochine et de l'Inde : *N. Dullooa* A. Camus (in *Bull. Muséum Paris*, 1922, p. 101) ; *N. mekongensis* A. Camus (*loc. cit.*, 1922) ; *N. Helferi* Gamble (in *Kew Bull.*, 1923, p. 91) ; *N. tavoyana* Gamble (*loc. cit.*, 1923) ; *N. stricta* Parker (in *Indian Forester*, 1928, p. 97).

CC. Étamines 6 ou plus, jusqu'à 120, libres ou parfois à filets connés ; glumellules en nombre irrégulier ; fruit gros, surmonté par la base persistante du style .... *Ochlandra* Thw.

SOUS-TRIBU III. — *Pseudocoixinæ.* — Glumelle supérieure à dos sillonné, ventrue ; 6 étamines libres ; 3 styles distincts ; épillets gros, à une seule fleur fertile supérieure ; glumelles formant une sorte de faux-fruit, gros, dur et luisant ; glumellules extrêmement développées ; péricarpe un peu épais, nettement séparable de la graine .... *Pseudocoix* A. Camus.

SOUS-TRIBU IV. — *Perrierbambusinæ.* — Glumelle supérieure ni ventrue, ni carénée, enroulée, à dos convexe ; 6 étamines libres ; 2-3 styles distincts dès la base ; épillets petits, cachés par les feuilles supérieures, à une seule fleur ⚥ ; glumelles ne formant pas une sorte de faux fruit ; glumellules développées ; fruit petit, obovoïde, un peu rostré, à péricarpe un peu charnu, séparable de la graine. *Perrierbambus* A. Camus.

Pour le genre *Hitchcockella,* il m'a été impossible, à cause de l'insuffisance des matériaux, de bien étudier le fruit. Ce genre a des affinités avec le genre *Perrierbambus,* qui est malgache comme lui, mais ses épillets sont très comprimés latéralement et non subcylindriques, à glumes et glumelle inférieure carénées dorsalement, comprimées latéralement, à glumelle supérieure à peine bidentée au sommet et carénée ; enfin le fruit ovoïde et rostré est surmonté par un style unique, allongé, portant deux stigmates plumeux.

Si, dans les *Bambusoideæ,* les genres sont parfois mal définis, reliés par des espèces intermédiaires, ceux de Madagascar que j'ai décrits forment de vrais groupes endémiques tout à fait distincts.

Source : MNHN, Paris

Chaire de Culture

Professeur : Monsieur A. GUILLAUMIN



THOUIN

Les Hybrides intergénériques d'Orchidées-Sarcanthées

et le × *Vandacostylis Bernardii*

Par A. GUILLAUMIN et R. LAMI

Si les croisements interspécifiques sont assez nombreux et s'il en existe de naturels en plus grand nombre qu'on ne le croit d'ordinaire, les hybrides intergénériques sont rares et tous artificiels, sauf chez les Orchidées. C'est ainsi qu'on connaît dans cette famille des hybrides entre deux, trois et quatre genres différents. Cependant, les croisements réalisés entre les divers genres de Sarcanthées sont extrêmement peu nombreux, tout au plus peut-on citer :

× *Aeridovanda Mundyi* (*Aerides Vandarum* × *Vanda teres*), présenté à la Royal Horticultural Society de Londres par Sir J. COLMAN, le 12 février 1918 (1) ;

× *Rhenanthopsis Premier* (*Renanthera Imschootiana* × *Phalænopsis Sanderiana*), obtenu par MM. VACHEROT et LECOUFLE, horticulteurs à Boissy-Saint-Léger (Seine-et-Oise), et présenté à la Société nationale d'Horticulture de France le 9 juillet 1931 (2) ;

× *Vandopsis* (3) *ferrierense* (*Vanda suavis* × *Phalænopsis amabilis* var. *Rimestadiana*, obtenu par M. CHASSAING, jardinier-chef de M. E. de Rothschild, à Ferrières-en-Brie (Seine-et-Marne) et présenté à la Société nationale d'Horticulture de France le 10 septembre 1931 (4) ;

Vanda tricolor × *Phalænopsis Schilleriana*, obtenu par M. BULTEL, jardinier-chef de M. E. DE ROTHSCHILD, à Armainvilliers (Seine-et-Marne), que je propose d'appeler × *Vandænopsis Bultelii* Guillaum.

M. BULTEL a encore obtenu le croisement : *Vanda teres* × *Rynchostylis retusa*, pour

(1) Cf. *Orchid Review*, XXVI, 1918, p. 68.

(2) *Bull. de la Soc. nat. d'Hort. de France*, 5e série, IV, 1931, p. 342.

(3) Le nom ayant été appliqué antérieurement à un genre légitime, nous proposons de le remplacer par × *Vandænopsis*, et cet hybride deviendra le × *V. ferrieriense* Guillaum. nom. nov.

(4) *Bull. de la Soc. nat. d'Hort. de France*, 5e série, IV, 1931, p. 412.

lequel il propose (1) le nom de × *Vandacostylis Bernardii*, en souvenir de Noël BERNARD, la plante étant issue d'un semis fait sans mycélium (2).

Outre ces obtentions cultivées jusqu'à l'état adulte, nous signalons qu'antérieurement

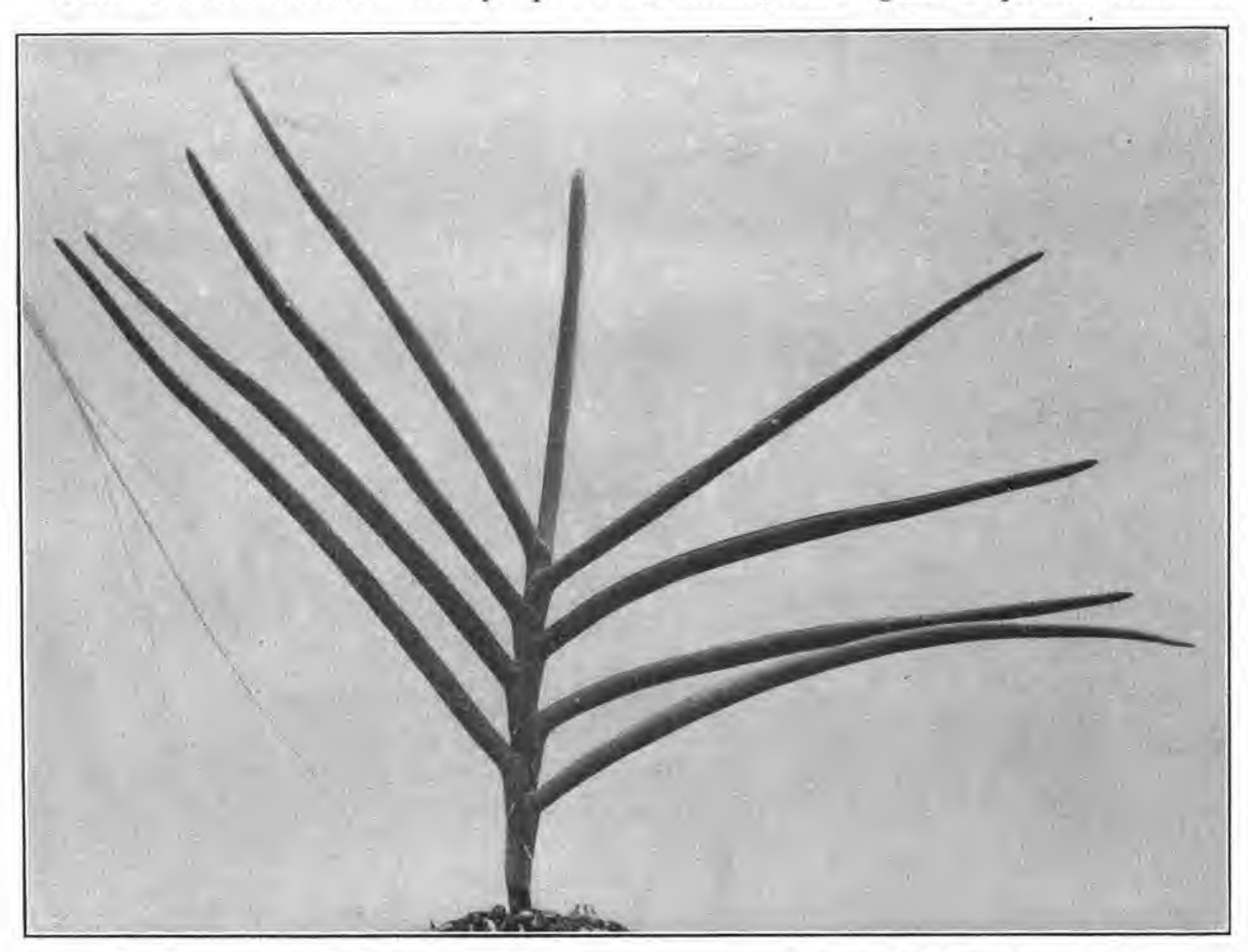


Fig. 1. — × *Vandacostylis Bernardii*. — Vue d'ensemble d'une plante. Environ 2/5 de la grandeur naturelle.

à 1925 une hybridation *Renanthera* × *Vanda* fut obtenue par M. LIOUVILLE et celle *Renanthera Imschootiana* × *Phalænopsis amabilis* var. *Rimestadiana* par l'un de nous

(1) *In litteris*, 30 septembre 1932.

(2) On sait que Noël Bernard, qui a mis au point la technique des semis d'Orchidées en employant le mycélium de Champignons microscopiques, avait prévu que le Champignon n'intervient que pour créer le milieu physico-chimiquement favorable.

Le milieu utilisé fut basé sur celui établi par l'un de nous :

Eau distillée	1 000
Phosphate de potasse monobasique	1
Chlorure de calcium	0,1
— de sodium	0,1
— de fer	0,01
— d'ammonium	0,5
Sulfate de magnésie	0,3
Amidon	0,5
Saccharose	10
Glucose massé	10
Peptone Chapoteau	1,5
Agar-agar	18

Cf. ROB. LAMI, Influence d'une peptone sur la germination de quelques Vandées (*C. R. Acad. Sc.*, t. CLXXXIV, 1927, p. 1579).

ARCHIVES DU MUSÉUM, 1935, 6e Série, Tome XII



(A. GUILLAUMIN)

× Vandacostylis Bernardii Bultel.

3/4 de grandeur naturelle.

Source : MNHN, Paris

en 1925. Dans ces deux cas, les plantules obtenues furent victimes d'accidents de culture.

Le × *Aeridovanda* se rapproche surtout de l'*Aerides Vandarum*, mais avec une fleur plus grande, blanche teintée de lilas, à labelle différent.

Le × *Rhenanthopsis* « ressemble à un court *Renanthera* ayant des feuilles larges et ondulées, vertes, marginées de brun pourpre à la base ; les fleurs sont portées par une longue tige, les sépales rose-saumon, les deux inférieurs lavés de carmin, les pétales de même teinte, finement bordés de carmin vif, le labelle à lobe central bidenté au sommet, blanc au centre, bordé de carmin, la crête jaune, la colonne rose ».

Le × *Vandænopsis ferrierense* a un « port intermédiaire entre celui des deux parents, fleurs de 10 à 11 centimètres de diamètre, sépales et pétales largement oblongs, les derniers tordus à la base, bleu pâle, marqués en damier de bleu azuré vif, labelle très large, bleu foncé avec des lignes pâles à la base ».



Fig. 2. — × *Vandacostylis Bernardii.* — Détail de la tige et de la base des feuilles montrant les gaines et les canalicules foliaires. Environ grandeur naturelle.

Le × *Vandænopsis Bultelii* n'existe qu'en plantes jeunes, n'ayant pas encore fleuri, mais la tige nulle, les feuilles au nombre de deux, sillonnées au milieu, médiocrement coriaces, non bilobées au sommet, rougeâtres en dessous, le rapprochent beaucoup de *Phalænopsis*.

Le × *Vandacostylis Bernardii* est très nettement intermédiaire entre les deux parents : tige cylindrique assez courte (20 cm.), racines à la base de la tige, rarement ramifiées, feuilles distiques, épaisses, légèrement récurvées, insérées à angle aigu sur la tige, semi-ovoïdes et légèrement comprimées (en coupe), canaliculées en dessus, longues de 28 à 40 centimètres, aiguës au sommet, hampe vers la base de la tige, axillaire, horizontale, longue de 36 centimètres, à trois gaines tronquées, longues de 6 à 11 millimètres, brun noirâtre, fleurs 11, larges de $5^{cm},5$, portées sur des pédicelles tordus, longs de 3 centimètres, sillonnés, blanchâtres, garnis à la base d'une bractée écailleuse noirâtre, sépales ovales-oblongs, les inférieurs plus larges avec un apicule cucullé au sommet, sépales et pétales un peu relevés, blancs légèrement teintés de pourpre avec une ligne médiane mauve plus foncé, à peine marquée sur les sépales latéraux ; labelle terminé à la base en éperon conique, comprimé latéralement, profond de 2 centimètres, papilleux à l'intérieur ; lame à trois lobes, les latéraux arrondis, dressés et courbés l'un vers l'autre au-dessous de la colonne, roses très légèrement teintés de brun et rayés d'arrière en avant de blanc très légèrement teinté de brun ; lobe médian convexe, légèrement récurvé, à large onglet, rose, s'élargissant peu à peu vers l'extrémité, où il est légèrement fendu en deux lobes losangiques, mauve violacé vif rayé de blanc, colonne mauve pâle, anthère terminée en bec, pollinies normales.

	Vanda teres.	× *Vandacostylis Bernardii.*	*Rhynchostylis retusa.*
	—	—	—
Tige	Allongée.	Courte.	Presque nulle.
Racines	Le long de la tige. Souvent ramifiées.	Au bas de la tige. Rarement ramifiées.	Au bas de la tige. Rarement ramifiées.
Feuilles	Cylindriques. Non lobées. Espacées.	A section ovoïde, canaliculées. Non lobées. Assez rapprochées.	En gouttière. Bilobées. Équidistantes.
Inflorescence	Dressée.	Horizontale.	Pendante.
Fleurs	1-5 Larges de 8-10 centimètres.	11 5cm,5	Très nombreuses. 2 centimètres.
Sépales et pétales	Rose violacé.	Blanc un peu teinté de pourpre.	Blanc taché d'améthyste.
Labelle	A 3 lobes, le médian fendu au sommet. A lobes latéraux jaune brunâtre avec lignes de points rouges. A lobe médian rose violacé. Éperon en entonnoir.	A 3 lobes, le médian légèrement fendu au sommet. Rose teinté de brun et rayé de blanc très légèrement teinté de brun. Rose à extrémité mauve violacé vif rayé de blanc. En entonnoir.	A un seul lobe entier, en S. Violacé vif. En sac.
Colonne	Blanche.	Mauve pâle.	Blanche.

Comme on le voit, les caractères macroscopiques sont remarquablement intermédiaires entre ceux des parents.

La germination des graines hybrides s'est effectuée suivant le mode normal chez les Vandées : formation d'un protocorme couché, allongé, à symétrie dorso-ventrale et à crête dorsale quelque peu marquée. Il n'a pas été observé de massif cylindrique allongé entre la graine et le protocorme proprement dit, ainsi que nous l'avons quelquefois observé pour des germinations de Vandées.

Après l'apparition des premières feuilles, les plantules furent repiquées sur milieu gélosé non sucré, puis sur compost de Sphagnum-Polypode, où elles poursuivirent leur croissance.

Les premières feuilles d'aspect adulte présentaient, par leur section ovale profondément canaliculée supérieurement, un aspect bien intermédiaire à celui des parents. Cependant, quelques critiques ayant été formulées quant à la réalité de l'hybridation bigénérique, nous avons, grâce à l'obligeance de M. G. Bultel, étudié anatomiquement quelques organes végétatifs de l'hybride et de ses parents, bien avant la première floraison.

Les coupes transversales des feuilles adultes montrent (fig. 3) la section en V très ouvert de la feuille de *Rynchostylis,* dont les faisceaux libéro-ligneux sont disposés en ligne simple. Chez *Vanda teres,* cette section est cylindrique, sauf une très légère dépression supérieure, les faisceaux étant disposés sur plusieurs rangs avec une symétrie bilatérale très nette. La feuille de × *Vandacostylis* présente une section ovoïde profondément échancrée en dessus ; ce canalicule représente la partie supérieure de la feuille. Les faisceaux, en une seule ligne incurvée à la partie supérieure (bords de la feuille), sont disposés en plusieurs rangs irréguliers à la partie inférieure. Topographiquement, les sections des trois feuilles montrent que le × *Vandacostylis* est bien intermédiaire à ses parents.

A l'œil et au toucher, les surfaces des feuilles des trois plantes possèdent des caractères différents correspondant à des épidermes différents (fig. 4 et 5). Celle de *Vanda teres* présente une surface chagrinée. Cette apparence est due, ainsi que le montrent les coupes et la préparation à plat de l'épiderme séparé par macération de SCHULTZE, au bombement des cellules épidermiques à cuticule épaisse et à la présence vers le centre d'un bouton en relief accentué, de nature cuticulaire, et présentant, en coupe optique, une structure rayonnée plus ou moins perpendiculaire aux lamelles de la cuticule. Les cellules voisines d'un stomate sont dépourvues d'ornement. Au contraire, les cellules épidermiques des feuilles de *Rynchostylis* sont dépourvues de cet ornement. Leur cuticule est généralement déprimée vers le milieu de chaque cellule et présente vers le pourtour des saillies peu prononcées, quelquefois striées radialement, et plus marquées pour l'épiderme inférieur. Ce dernier présente des cellules épidermiques à contours ondulés. Comme pour le *Vanda*, les cellules voisines d'un

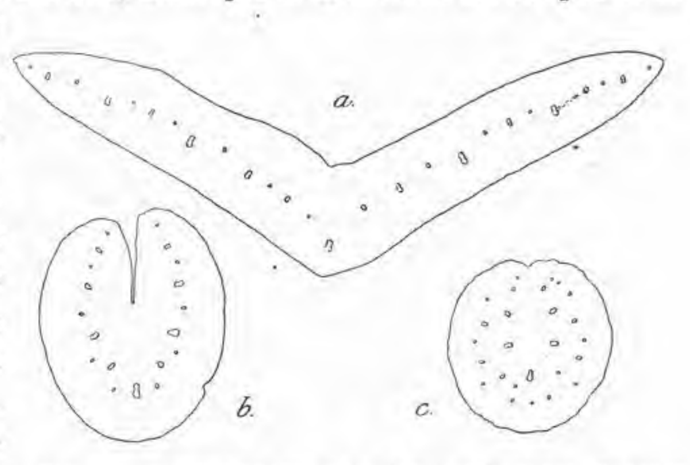


Fig. 3. — *a*, coupe de feuille de *Rynchostylis retusa* ; *b*, coupe de feuille de × *Vandacostylis Bernardii* ; *c*, coupe de feuille de *Vanda teres*.

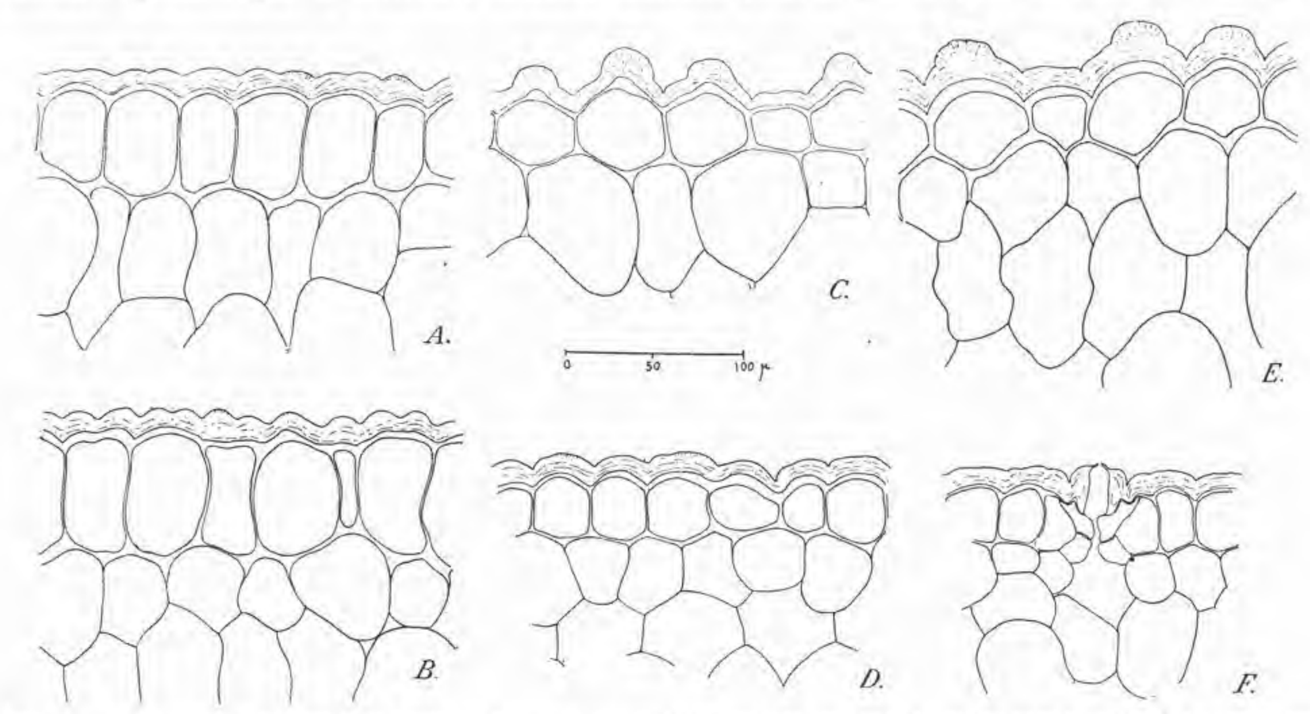


Fig. 4. — A, épiderme supérieur de la feuille de *Rynchostylis* ; B, épiderme inférieur de la feuille de *Rynchostylis* ; C, épiderme supérieur de la feuille de × *Vandacostylis* ; D, épiderme inférieur de la feuille de × *Vandacostylis* ; E, épiderme de la feuille de *Vanda teres* ; F, stomate d'épiderme inférieur de × *Vandacostylis*. (Coupes transversales.)

stomate sont dépourvues d'ornements. Chez le × *Vandacostylis*, l'épiderme externe (inférieur) ne présente qu'un épaississement central peu marqué et diffus. L'épiderme du canalicule (supérieur) présente un bouton cuticulaire plus petit, sinon moins saillant, que chez *Vanda*

teres. Chez l'hybride aussi, les cellules voisines d'un stomate sont moins nettement ornementées. Chez les trois plantes, les stomates sont du même type et présentent une chambre préstomatique de nature cuticulaire. L'épiderme inférieur de l'hybride, physiologiquement analogue à l'épiderme unique de *Vanda teres*, est cependant dépourvu des ornements marqués de ce dernier et est intermédiaire à celui de *Rhyncostylis* ; l'épiderme supérieur se

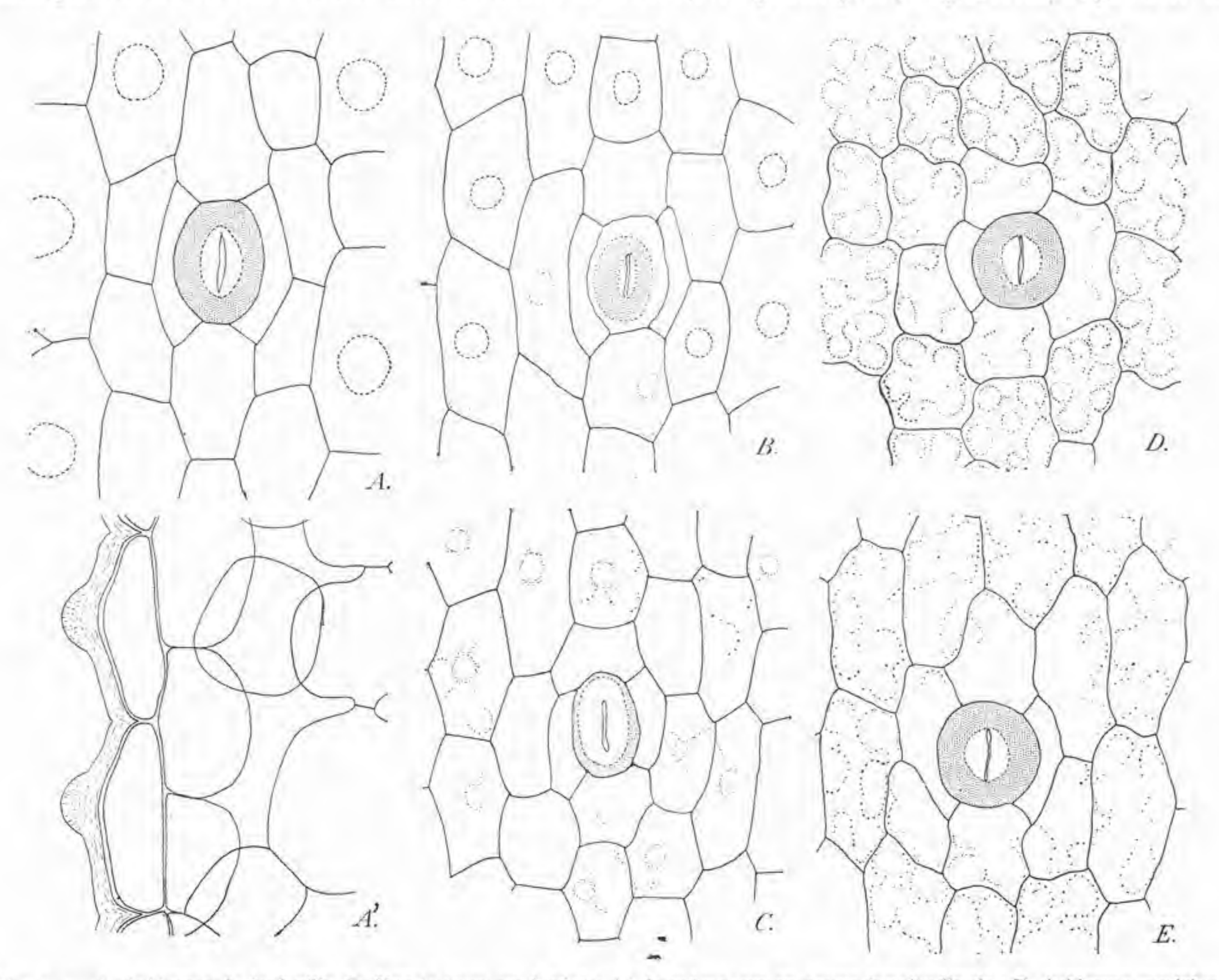


Fig. 5. — A, épiderme de la feuille de *Vanda teres*, vu à plat ; A', le même, vu en coupe longitudinale ; B, épiderme supérieur de feuille de × *Vandacostylis*, vu à plat ; C, épiderme inférieur de feuille de × *Vandacostylis*, vu à plat ; D, épiderme supérieur de feuille de *Rynchostylis*, vu à plat ; E, épiderme inférieur de feuille de *Rynchostylis*, vu à plat. (Même grossissement que pour la figure 4.)

rapproche de celui de *Vanda teres*. En somme, par les épidermes aussi, l'hybride possède certains des caractères des deux parents.

Les racines aériennes, outre leur situation et leur ramification, ne présentent guère comme différence que la variation du rapport entre le diamètre des cylindres centraux et celui des racines, rapport intermédiaire pour l'hybride (*Vanda*, 1/3 ; *Rhyncostylis*, 1/5 ; *Vandacostylis*, 1/3,5).

Les trois plantes montrent dans les parenchymes foliaires et radiculaires de grandes cellules en tonneau à la membrane ornementée d'épaississements réticulés-spiralés, cellules aquifères ou hydrocystes, caractéristiques des plantes charnues xérophytes. Les épaississe-

ments de ces cellules nous ont paru moins marqués chez l'hybride, mais cela peut provenir de conditions culturales différentes.

M. BULTEL a encore obtenu le croisement *Vanda teres* × *Renanthera Imschootiana,* Les documents manquent à son sujet ; tout ce que l'on sait, c'est qu'il présente tous les caractères de la plante mère, sauf que les racines sont moins ramifiées.

MM. VACHEROT et LECOUFLE, horticulteurs à Boissy-Saint-Léger (Seine-et-Oise), viennent de présenter, le 14 février 1935, à la Société nationale d'Horticulture de France, un × *Renantanda Titan* (*Renanthera Imschootiana* × *Vanda Sanderiana*) : « plante à port d'un *Renanthera* plus développé, portant une tige érigée de 6 fleurs, pétales dressés obliquement, trois fois plus étroits que longs, jaune très finement pointillé de rouge pourpre, ce pointillé très dense au sommet peu dentelé et finement bordé de rouge, sépale dorsal de même couleur, le pointillé un peu plus marqué dans la partie axiale ; sépales inférieurs larges, bien étalés, rappelant le port de ceux du *Renanthera,* réticulés et lavés de rouge sur fond jaune, densément pointillés de pourpre, sauf vers les bords, une tache rouge marquant la base de chaque division; labelle trilobé, lobe médian très pointillé de pourpre sur fond jaune, les latéraux dressés, pourpre sombre dans leur partie antérieure, rayés de blanc sur fond de même couleur vers la base, crête blanche, anthère et colonne jaune vert (1). »

A ces hybrides entre deux genres de Sarcanthées, il faut ajouter les croisements *Doritis* × *Phalænopsis,* qu'on pourrait appeler × *Doritænopsis,* si l'on sépare des *Phalænopsis,* le *P. Esmeralda* Reichb. f. pour en faire un genre spécial sous le nom de *Doritis pulcherrima* Lindl. (2).

(1) *Bull. de la Soc. nat. d'Hort. de France,* 6e série, II, 1935 p. 92.
(2) Cette espèce a été croisée avec les *Phalænopsis Aphrodite, Lindenii, rosea, Stuartiana* et *violacea.*

A propos du noyau de quelques Araliacées

Par MM. A. EICHHORN et R. FRANQUET

Depuis 1931, nous avons fait connaître un certain nombre de types de structure et de division nucléaires différant, par des caractères précis, du type décrit depuis longtemps déjà. C'est ainsi que nous avons signalé, entre autres, chez un hybride bigénérique, le *Fatshedera Lizei* Guillaumin (*Fatsia japonica* Decne. et Planch., var. *Moseri* × *Hedera helix* L., var. *hibernica*), un aspect nucléaire inaccoutumé et une mitose somatique particulière (1933). Nous avons examiné du même point de vue les deux parents, puis l'*Aralia mandshurica* Rupr., et nous avons pu constater que les phénomènes caryologiques s'y déroulent de façon analogue.

Nous voudrions signaler ici certains faits cytologiques spéciaux qui méritent attention et, pour cela, nous suivrons l'évolution du noyau dans son ensemble (1). Dans le noyau au repos ou quiescent, on ne rencontre pas de réseau chromatique, mais un très grand nombre de granulations indépendantes, apparemment, de tailles diverses, éparses sans aucun ordre dans la cavité nucléaire, autour d'un nucléole unique le plus souvent et, généralement, assez gros (fig. 1). L'aspect de ce noyau est très particulier et rappelle celui des Conifères si l'on fait abstraction du réseau de chromatine qui supporte, chez ces dernières, les multiples chromocentres caractéristiques de ces végétaux. Chez les Araliacées, comme dans de nombreux autres cas où il n'existe qu'un seul nucléole, cet élément porte une légère excroissance qui semble, là aussi, faire corps avec lui. Il est parfois plus difficile que dans d'autres exemples, tel le *Musa* ou le Noisetier, de reconnaître ce corps annexe, en raison de la présence de certaines granulations chromatiques qui peuvent être accolées, en plus ou moins grand nombre, sur le nucléole, mais, dans d'assez nombreuses cellules, il est, toutefois, aisé de le distinguer (fig. 2). La question de son existence ne fait aucun doute; quant à celle de son rôle possible, elle paraît liée à celle plus générale, mais non moins obscure, du devenir et de l'importance du nucléole dans la mitose.

On voit combien est particulier ce type de structure nucléaire. Nous avons hésité un moment avant de savoir quel nom il conviendrait de lui donner, et de même pour les granu-

(1) Grossissement de toutes les figures, environ 1 200.

lations chromatiques. Celui de prochromosomes ne nous a pas semblé convenir, car chaque granule ne fournit pas, directement et à lui seul, un chromosome, comme l'a décrit récemment encore l'un de nous pour le *Cochlearia officinalis*, par exemple (1934).

L'expression de chromocentres nous a semblé plus indiquée, car, ainsi que nous allons le montrer, ces granulations sont appelées à constituer une partie du chromosome définitif.

Il est relativement malaisé de suivre les modifications nucléaires qui marquent la prophase, et ceci en raison du nombre élevé des chromocentres. Néanmoins, un fait est constant. A mesure que la prophase s'avance, le noyau devient plus lisible et la cavité nucléaire paraît moins encombrée. Nous pensons que cela tient, d'une part, à l'augmentation de taille du noyau et, d'autre part, à ce que plusieurs petites granulations, fusionnant entre elles, l'aspect devient plus net, moins touffu. Au surplus, il nous a paru que la prophase pouvait être interprétée de la façon suivante. Les granulations les plus grosses fonctionnent comme de réels prochromosomes et, en augmentant de longueur et s'amincissant par ailleurs, elles fournissent un chromosome adulte. Quant aux granulations de faible dimension, elles semblent fusionner entre elles, avant que de s'accroître, pour constituer, à deux ou trois, un chromosome normal. Les chromosomes définitifs sont tous comparables entre eux ; ils ont une forme en V fortement évasé, à deux branches égales, et aucun d'eux ne présente de particularité marquante (satellite, par exemple). On peut suivre sur les figures 3 et 4 la formation de ces chromosomes, malheureusement d'une façon incomplète, car tous ces phénomènes sont graduels, et la photographie ne permet de montrer qu'un seul plan où il est rare de comprendre même un chromosome dans son entier. Ces reproductions permettent suffisamment de saisir l'accroissement des chromocentres, l'augmentation de taille du noyau, et de constater la persistance du nucléole inchangé, jusqu'à la fin de la prophase, et ne paraissant pas participer à la formation des chromosomes. Nous nous sommes préoccupés, en outre, au sujet de cette dernière question, de rechercher si les faits, chez ces Araliacées, ne seraient pas analogues à ceux que nous avons rencontrés et décrits chez le *Musa* (1934-*a*), à savoir : reconstitution du chromosome à partir d'un chromocentre de petite taille qui s'agrège, de part et d'autre, en forme de prolongements, certaines portions de substance achromatique provenant, vraisemblablement, d'un réseau achromatique, portions qui, peu à peu, en même temps qu'elles se condensent davantage sur le chromocentre, acquièrent une chromaticité normale. Nous n'avons rencontré aucune image autorisant une semblable interprétation dans les cas envisagés ici, et si, sur les photographies que nous présentons, certaines parties des chromosomes situées en profondeur, et trop rarement visibles, apparaissent plus faiblement colorées, il ne s'agit que d'une question de mise au point. Une mise au point plus profonde, ou plus superficielle, aurait inversé les tons.

La métaphase ne comporte aucune difficulté d'interprétation. On y rencontre une plaque équatoriale tout à fait typique et qui, en vue polaire, permet de bien reconnaître la forme, la taille et la disposition de tous les chromosomes constituant l'équipement spécifique, toujours important du reste, comme on pourra s'en rendre compte d'après la figure 5. En vue latérale, les chromosomes paraissent former simplement une ligne assez mince, car tous sont couchés, dans le sens de leur longueur, dans le plan équatorial ; cette position,

(A. EICHHORNE et R. FRANQUET)

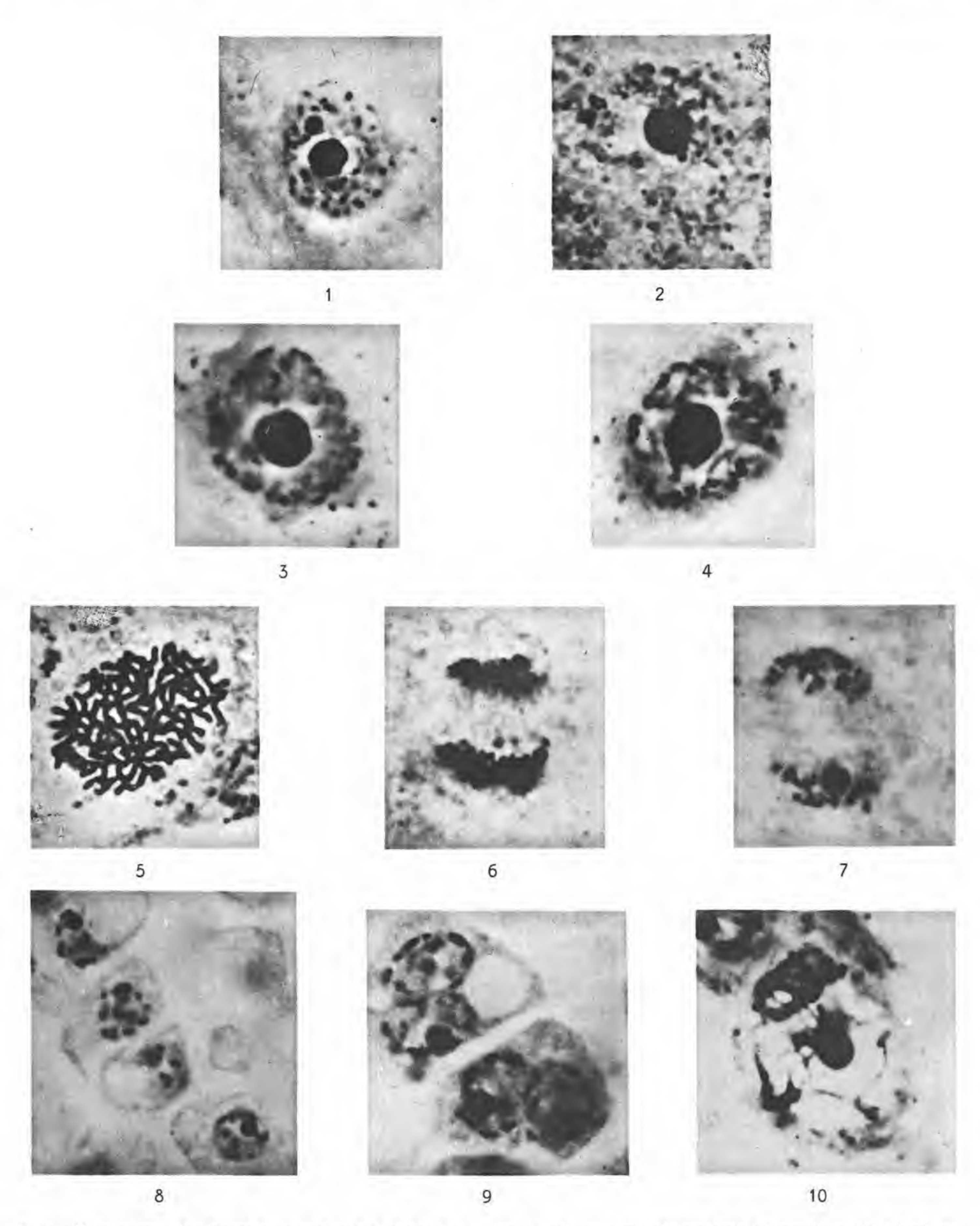


Fig. 1. - Noyau au repos dans le méristème radiculaire de *Fatshedera Lizei*. — Fig. 2. — Excroissance nucléolaire (partie inférieure du nucléole) chez *Fatsia japonica*. — Fig. 3. - Début de prophase chez *Fatshedera Lizei* (méristème radiculaire), on distingue déjà l'allongement de certains chromocentres. — Fig. 4. Stade plus avancé que le précédent, correspondant à une fin de prophase, immédiatement avant la disparition de la membrane nucléaire. Les chromosomes ont atteint à peu près leur taille définitive, aucun élément n'est visible dans son entier. On note la persistance du nucléole intact. — Fig. 5. - Plaque équatoriale en vue polaire chez *Fatshedera Lizei* (méristème radiculaire). — Fig. 6. - Fin d'anaphase. La photographie rend mal compte de la fragmentation des chromosomes. On note l'absence de tout faisceau fibrillaire. — Fig. 7. - Noyaux-fils en reconstitution dans lesquels on voit les chromocentres individualisés. — Fig. 8. - Petits noyaux des organes floraux de l'*Aralia Mandshurica* à l'intérieur desquels les nucléoles ont fortement diminué de volume. Fig. 9. - Même tissu que précédemment, on notera surtout la taille des chromocentres par rapport au volume nucléaire et nucléolaire. — Fig. 10. - Même échantillon, stade leptotène.

IMP. H. BIENAIMÉ - ASNIÈRES

Source : MNHN, Paris

d'ailleurs différente de celle prise par les chromosomes de taille un peu importante, paraît être généralement adoptée par tous les chromosomes de petite et moyenne dimension.

A l'anaphase, la montée vers les pôles s'effectue normalement. Ce stade présente néanmoins un intérêt particulier, car c'est durant ce trajet que les chromosomes commencent déjà la transformation qu'ils compléteront à la phase suivante. On voit alors, ce qu'il n'a pas été possible de reproduire sur la figure 6, les chromosomes se fragmenter, pour redonner des chromocentres du stade de repos. Il est évidemment fort difficile de suivre toutes les transformations subies à ce moment par les chromosomes, étant donné surtout qu'ils sont plus ou moins tassés les uns contre les autres. Cependant on peut affirmer qu'ils ne conservent pas au delà des premiers stades de l'anaphase leur intégrité. Connaissent-ils la même évolution régressive que ceux du *Musa*, par exemple, chez lesquels certaines portions, de part et d'autre d'un chromocentre subissent une déchromatinisation progressive, ce qui conduit à avoir, en fin d'anaphase, baignant au sein d'une substance d'aspect grisâtre, un certain nombre de granulations parfaitement chromatiques qui, seules, persisteront en tant que formations nettement individualisées, dans le noyau quiescent ? Il ne paraît pas que ce soit la règle générale, car on ne rencontre pas, chez les Araliacées, cette substance fondamentale trouvée, au même stade, chez le Bananier. Cette évolution n'a peut-être lieu que pour certains chromosomes ; pour les autres, il semble bien qu'ils se fragmentent en plusieurs granules, que l'on retrouve, au surplus, parfaitement individualisés au stade suivant.

A la télophase, en effet (fig. 7), outre la réapparition de trois petits nucléoles généralement destinés à fusionner ultérieurement, pour reconstituer le nucléole unique et assez volumineux du noyau quiescent ou au repos, on note la présence de multiples granulations éparses dans la cavité nucléaire et sans lien apparent entre elles. Il ne reste, évidemment, à ce noyau-fils, qu'à augmenter de volume pour donner le noyau normal, dont nous avons parlé au début de cette description (fig. 1).

Il nous faut indiquer, enfin, certaines particularités nucléaires, rencontrées au cours de l'examen des boutons floraux de ces Araliacées. Nous avons dit ailleurs déjà (1934-*b*) que, habituellement, les noyaux des organes floraux ont une taille beaucoup plus réduite que celle des mêmes éléments dans la racine, ou la tige, par exemple. On peut voir sur la figure 8 jusqu'à quel point cette différence de dimension peut être marquée. Mais il est un autre fait sur lequel nous voudrions attirer l'attention ici et qui est le suivant. Dans les petits noyaux des organes floraux, le nucléole diminue, lui aussi, jusqu'à devenir parfois ponctiforme, cependant que les granulations chromatiques, loin de diminuer, augmentent au contraire le plus souvent et peuvent, parfois, présenter une taille comparable à celle du nucléole alors réduit. On se rendra compte, d'après les figures 8 et 9, que ces granulations ne connaissent pas la même régression que le nucléole, mais tendent bien plutôt à s'accroître (comparer figures 1 et 9).

Cette diminution de taille du noyau ne se manifeste pas dans les cellules-mères du pollen, où apparaissent, par contre, d'autres phénomènes. Dans ces cellules, le noyau s'accroît, le nucléole fait de même. Les granulations chromatiques, demeurées inchangées, sont réparties assez régulièrement à travers la cavité nucléaire et progressivement donnent naissance à un réseau, d'abord faiblement chromatique, dont la chromaticité va s'accen-

tuant, tandis que les granulations elles-mêmes disparaissent. Finalement, on trouve, dans la cellule-mère, un réseau irrégulier, constitué par un filament épais et dont le devenir est comparable à celui de tous les filaments chromatiques des mêmes cellules chez les végétaux à noyaux réticulés. La figure 10 représente la fin du stade leptotène, et l'on peut constater que le filament, en partie pelotonné sur lui-même et appuyé contre la membrane nucléaire en un point, envoie encore des boucles dans le reste de la cavité. Le nucléole n'est pas disparu, il persistera encore au stade suivant.

Il paraît assez remarquable que, chez des végétaux, dont les noyaux somatiques ne comportent pas de réseau chromatique, il s'en forme cependant un, au début de la mitose réductrice, pour constituer de longues boucles, en tout semblables à celles fournies par le réseau normal, chez les autres noyaux. A partir de ce moment, et jusqu'à la télophase, la division réductrice s'effectue chez tous les végétaux de la même façon, quel que soit le type de structure du noyau, et, chez les Araliacées que nous étudions ici, on rencontre, après le stade leptotène, un stade synapsis absolument typique, dans lequel le filament chromatique se ramasse fortement autour, ou auprès, du nucléole.

En terminant, il n'est peut-être pas inutile de souligner combien il serait exagéré de considérer comme un simple artifice de préparation, ainsi que le voudrait encore récemment G. V. Hoare, cette contraction du synapsis que l'on retrouve dans toutes les divisions réductrices, que l'on ait affaire à des noyaux réticulés ou non.

BIBLIOGRAPHIE

Eichhorn (A.), Nouvelle contribution à l'étude des végétaux à prochromosomes et à chromocentres (*Revue de Cytologie*, I, 1934-35, p. 150-172).

Eichhorn (A.) et Franquet (R.), La mitose somatique chez le *Fatshedera Lizei* (*C. R. Soc. Biol.*, CXII, 1933, p. 745).

— Sur le noyau de *Musa Ensete* et sa division [*Ibid.*, CXVII, 1934 (*a*), p. 653].

— A propos de polymorphisme nucléaire [*Ibid.*, 1934 (*b*), p. 983].

Hoare (G. V.), Gametogenesis and fertilisation in *Scilla non-scripta* Hoffm. et Link. (*La Cellule*, XLII, 1934, p. 269-292, 2 pl.).

Chaire des Pêches
et Productions Coloniales
d'origine animale

(Fondation du Ministère des Colonies)

Professeur : Monsieur A. GRUVEL



BORY DE SAINT-VINCENT

Source : MNHN, Paris

Description d'un crâne de Cryptoprocte sub-fossile

suivie de remarques sur les affinités du genre Cryptoprocta (1).

Par G. PETIT
Sous-Directeur de Laboratoire au Muséum.

PRÉLIMINAIRES

M. LAMBERTON, secrétaire général de l'Académie malgache, a bien voulu nous communiquer, pour étude, quelques ossements de Carnivores découverts par lui au cours de fouilles effectuées en 1932, à Anavoha, région de Beloha (Sud de Madagascar).

Parmi eux se trouvent un crâne, trois fragments de crâne et une hémimandibule d'un Cryptoprocte de grande taille.

Les collections du Laboratoire de Paléontologie possédaient déjà, d'une part, quelques fragments de squelette et deux mandibules étiquetés *Cryptoprocta* (provenance : Ambolisatra, G. GRANDIDIER, 1906-1917) ; d'autre part, un lot d'ossements (fragment de crâne, mandibule, scapulum, humérus) envoyés par la mission franco-anglo-américaine à Madagascar. Ils ont été trouvés à Ampoza, Itampolové, Ankazoabo, et figurent également sous le nom de *Cryptoprocta* (1931-1936).

Or, il se trouve que le Cryptoprocte des gisements quaternaires de Madagascar a pris place dans la nomenclature zoologique sans avoir été décrit.

En effet, tout d'abord en 1902, G. GRANDIDIER (2) a signalé parmi les ossements recueillis dans la caverne d'Andrahomana (Sud-Est de Madagascar), tant par le lieutenant

(1) Nous devons exprimer notre reconnaissance à M. le professeur BOULE qui a bien voulu nous permettre d'examiner les documents que possède le Laboratoire de Paléontologie sur les Cryptoproctes sub-fossiles, et d'étudier le crâne de *Proailurus lemanensis* Filh. (type). Nous adressons aussi nos remerciements aux professeurs R. ANTHONY et E. BOURDELLE, qui ont bien voulu nous communiquer, pour comparaison, des crânes de Cryptoproctes actuels.

(2) G. GRANDIDIER, Observations sur les Lémuriens disparus de Madagascar. Collection ALLUAUD, GAUBERT, GRANDIDIER (*Bull. Muséum*, 1902, p. 587-592).

GAUBERT que par lui-même, ceux d'un Carnivore d'assez grande taille, qu'il désigne sous le nom de *Cryptoprocta ferox* var. *spelea*, var. nov. (1).

En 1905, G. GRANDIDIER (2) devait mentionner à nouveau, et dans la plupart des gisements fossiles, la présence d'ossements d'un *Cryptoprocta ferox* de taille supérieure à ceux de l'espèce vivante. « Pour ce fait, il m'a semblé utile, écrit l'auteur, de désigner sous le nom de *Cryptoprocta ferox*, var. *spelea*, la variété disparue de cet animal. »

Mais cette désignation ne fut jamais accompagnée d'une description ou d'une figuration. Le terme *spelea*, appliqué au Cryptoprocte sub-fossile, constitue donc un *nomen nudum* dans la nomenclature zoologique (3).

Il m'a donc paru intéressant de décrire, d'après son crâne, le Cryptoprocte sub-fossile de Madagascar, et c'est ce qui fait l'objet du paragraphe 1 de cette étude. Il apparaîtra du reste très légitime que nous ayons considéré cet animal comme une espèce distincte du *Cryptoprocta ferox*.

Bien que le nom de *spelea* ne soit pas très heureux (4), nous l'avons maintenu cependant afin de ne pas compliquer la nomenclature, car les auteurs se rendront compte, je pense, que nous avons élevé au rang d'espèce la variété de G. GRANDIDIER.

***

Le rattachement du *Cryptoprocta ferox* à un genre de Carnassier présent dans les phosphorites du Quercy et l'Aquitanien de Saint-Gérand-le-Puy, le *Proailurus*, suggérée en 1881 par FILHOL, est devenu classique. Les conclusions de cet auteur sont loin d'avoir résolu d'une manière satisfaisante la question, fort complexe, des affinités du Cryptoprocte. Elle mériterait un historique détaillé ; à défaut, et afin d'alléger cette étude, il est nécessaire de condenser ici même la manière de voir des différents morphologistes et paléontologistes qui se sont occupés, directement ou par comparaison, du Carnivore malgache.

Trois conceptions en somme : celle qui fait du Cryptoprocte un Viverridé; celle qui en fait un Félidé; la conception moyenne, enfin, qui le considère comme un animal intermédiaire entre les deux familles.

A la première conception se sont ralliés chronologiquement BENNETT (5), qui place le

(1) Dans la liste des ossements provenant des marais de Lamboharana et d'Ambolisatra, G. GRANDIDIER (*loc. cit.*) signale encore *Cryptoprocta ferox*, sans indication de variété.

(2) G. GRANDIDIER, Recherches sur les Lémuriens disparus et en particulier sur ceux qui vivaient à Madagascar (*Nouv. Archives du Muséum*, 4e série, t. VII, 1905).

(3) E.-L. TROUESSART fait figurer la variété désignée par G. GRANDIDIER dans le supplément de son *Catalogus Mammalium* (1904) ; mais il écrit *spelæa* et non *spelea*, ce qui est, en effet, plus correct. Nous adopterons ici cette orthographe.

(4) Le fait que le lieutenant GAUBERT a recueilli des ossements du Cryptoprocte sub-fossile dans la « caverne » d'Andrahomana n'implique pas qu'il faille donner à cet animal un nom laissant supposer pour lui des habitudes cavernicoles. Du reste, tous les gisements sub-fossiles qui se situent dans des plaines marécageuses, — ce sont les plus nombreux à Madagascar, — contiennent des restes de Cryptoprocte. Le comportement du grand Carnivore quaternaire de Madagascar devait être identique à celui du Cryptoprocte actuel, animal de forêt ayant des habitudes arboricoles. La présence, dans les cavernes, du Cryptoprocte disparu était accidentelle, comme l'est celle du Cryptoprocte vivant de nos jours dans la grande île.

(5) E. T. BENNETT, Notice of a Mammiferous animal from Madagascar constituting a new Form among the Viverridous carnivora (*Transact. Zool. Soc. London*, t. I, 1835, p. 137-140, Pl. XXI).

Cryptoprocte à côté des Paradoxures, de BLAINVILLE (1), GERVAIS (2), J.-E. GRAY (3), qui crée la tribu des *Cryptoproctina* (Viverridés æluropodes), placée après celle des *Paradoxurina*.

La question se précise, dans le même sens, avec MIVART (4) et beaucoup plus récemment Max WEBER (5), qui considèrent le Cryptoprocte comme constituant une sous-famille spéciale entre les *Euplerinæ* et les *Herpestinæ*.

A. CARLSSON (6) lui fait faire un pas de plus. Le Cryptoprocte est un Viverridé, mais il représente une forme primitive qui s'est différenciée avant les *Viverrinæ* et les *Herpestinæ* et qui s'est maintenue jusqu'à nous.

La manière de voir exprimée par A. MILNE-EDWARDS et A. GRANDIDIER (7) se rattache à la deuxième tendance : une prémolaire de moins à chaque mâchoire et le crâne du Cryptoprocte ne différerait en rien, selon ces auteurs, de celui des Chats. Comme l'animal est plantigrade, il faudrait créer, pour lui, la famille des Félins plantigrades, s'opposant à celle des Félins digitigrades, dans une même tribu.

Telle est aussi l'opinion exprimée par FILHOL en 1894 (8), opinion plus précise que celle qui découlait de son étude de 1881 (Voir plus loin) : le Cryptoprocte prend place parmi les Félins et se rattache à un groupe très ancien de Chats, comprenant les *Pseudailurus* et les *Proailurus*.

La troisième conception est surtout celle de FLOWER (9), qui considère le Cryptoprocte comme étant le seul représentant de la famille des *Cryptoproctidæ*, famille comprise entre les *Viverridæ* et les *Felidæ*. Un paléontologiste, L. JOLEAUD (10), voit, de même, dans cet animal, une forme de passage entre ces deux familles, sans indiquer s'il constitue une famille spéciale, ou une sous-famille dans les Viverridés.

Les paléontologistes, dans l'ensemble, nous ont fourni, du reste, sur la position systématique du *Proailurus*, des opinions assez disparates. FILHOL (1881) concluait de son étude comparative des *Proailurus* et du *Cryptoprocta* (11) que le genre fossile offrait de remarquables analogies avec le Carnassier malgache, qu'il s'en rapprochait, ainsi que des *Viverra*, par la présence du canal alisphénoïdien et la persistance du canal carotidien, qu'il se rattachait aux Chats par le trou condylien, le trou déchiré postérieur, le trou glénoïdien (ce qui

(1) DUCROTAY DE BLAINVILLE, Ostéographie des Mammifères vivants et fossiles, t. XI (Des Viverras), p. 1-94, Atlas, Pl. VI.

(2) P. GERVAIS, Histoire naturelle des Mammifères, 1855, p. 41.

(3) J. E. GRAY, A revision of the genera and species of Viverrine animals (Viverridæ) founded of the collection in the British Museum (*Proc. Zool. Soc. London*, 1864, p. 502-579).

(4) ST. GEORGE MIVART, On the Classification and Distribution of the Æluroidea (*Proc. Zool. Soc. London*, 1882, p. 135-208, fig. 1-15).

(5) MAX WEBER, Die Säugetiere, Bd. II, p. 322, juin 1928.

(6) ALB. CARLSSON, Ueber *Cryptoprocta ferox* (*Zool. Jahrb.*, Abt. Systematik, Bd. XXX, 1911, p. 419-467, Pl. XII et XIII).

(7) A. MILNE-EDWARDS et A. GRANDIDIER, Observations anatomiques sur quelques Mammifères de Madagascar (*Ann. Sc. Nat.*, Zoologie, 1867, p. 314-337, Pl. VII-X).

(8) M.-H. FILHOL, Sur quelques points de l'anatomie du Cryptoprocte de Madagascar (*C. R. Acad. Sc. Paris*, vol. CXVIII, 1894).

(9) W. H. FLOWER, On the value of the characters of the Base of the Cranium in the Classification of the order Carnivora, and on the Systematic Position of *Bassaris* and other disputed Form (*Proc. Zool. Soc. London*, 1869, p. 4-37, fig. 1-15).

(10) L. JOLEAUD, L'histoire biogéographique de Madagascar, d'après des découvertes récentes (*Rev. gén. des Sc.*, n° 13, 15 juillet 1924, p. 389-397, 8 figures).

(11) H. FILHOL, Observations sur le genre *Proailurus* (*Bull. Soc. Sc. phys. nat. Toulouse*). Avant FILHOL, GERVAIS (*Zoologie et Paléontologie générales*, 1869), qui ne connaissait pas le *Proailurus*, rattachait le Cryptoprocte au *Pseudailurus Edwardsi* Filh., qu'il considérait comme un Félidé (Voir § III de cette étude).

est manifestement erroné). Et de conclure, d'une manière assez vague, que le *Proailurus* se plaçait près du Cryptoprocte, après les Mustélidés. Nous avons vu dans quel sens devait se préciser, en 1894, la pensée de l'auteur. En 1880, E.-D. COPE (1) plaçait le *Proailurus* dans les *Nimravidæ* et le considérait comme l'ancêtre des *Felidæ*, avec, comme chaînon, le *Pseudailurus*. Ce *Pseudailurus*, invoqué par lui, était le *Pseud. Edwarsi* et le *Proailurus*, le *Proa. Julieni* (2).



Fig. 1. — Crâne du *Cryptoprocta spelæa* G. Petit, vu en *norma verticalis*. (Réduit de un tiers.)

Nous connaissons la place systématique attribuée par L. JOLEAUD (*loc. cit.*) au Cryptoprocte. Le *Proailurus*, auquel il se rattache, est selon lui un Canidé. Selon J. VIRET (3), c'est un Mustélidé, et cet auteur fait du *Proa. lemanensis*, par l'intermédiaire des *Pseudailurus* miocènes, un précurseur des Félins.

Cet historique justifie notre tentative de préciser les raisons pour lesquelles il y a lieu de considérer les Cryptoproctes comme les descendants des *Proailurus* et d'expliquer comment en dérivent les caractères différentiels offerts par la forme sub-fossile et la forme actuelle. Tel sera l'objet du paragraphe III de cette étude.

I. — Description du crâne de « Cryptoprocta spelæa » G. Petit (= « Cr. ferox » var. « spelæa » nom. nud.) (4).

Le crâne de *Cr. spelæa*, d'aspect général très robuste, offre essentiellement les caractéristiques suivantes.

Le museau est large et plutôt court. La distance entre les trous sous-orbitaires est nettement plus grande que celle qui sépare le bord externe de ces orifices et la symphyse maxillaire. On constate, vers l'arrière, un évasement progressif des maxillaires, en liaison avec l'arcade zygomatique, et sans constriction très marquée en avant et en arrière des canines.

Les nasaux, également larges, ne pénètrent pas en un coin aigu, entre les frontaux. Les apophyses post-orbitaires sont relativement courtes et les apophyses zygomatiques fortement dilatées. Les crêtes sagittales et occipitales sont très développées. Le frontal offre un aplatissement très net dans sa partie interorbitaire et notamment entre les apophyses post-orbitaires. Chez un spécimen provenant d'Anavoha, le bord postérieur de ces apophyses se continue, sur le frontal, par deux lignes rugueuses, d'abord transversales, puis obliques, amorçant deux crêtes qui convergent en arrière en formant un angle obtus

(1) E. D. COPE, On the extinct Cats of America (*The Am. Nat.*, t. XIV, décembre 1880, nº 9, p. 833-858).

(2) En 1883, le même auteur range le *Proailurus* dans les *Cryptoproctidæ* [The Vertebrata of the tertiary formations of the West (*U. S. Geol. Survey of the territ.*, *Washington* (*Nimravidæ*, p. 947)].

(3) J. VIRET, Les faunes de Mammifères de l'Oligocène supérieur de la Limagne bourbonnaise (*Thèse Faculté Sc. Lyon* 1928).

(4) Cf. G. GRANDIDIER, *op. cit.*, 1902, p. 592 et 1904, p. 51.

et qui se continuent par la crête sagittale. Chez un autre exemplaire de même provenance, la direction oblique des crêtes s'accuse dès la base des apophyses post-orbitaires ; elles se prolongent plus en arrière et forment un angle plus aigu. La crête sagittale intéresse donc, dans les deux cas, les frontaux et les pariétaux. Mais, dans le premier cas, elle s'amorce plus en avant, et la portion du frontal laissée à découvert par les crotaphytes est moins étendue que dans le second cas.

La crête sagittale peut s'abaisser légèrement en arrière pour rejoindre la crête occipitale. Le plus souvent, au contraire, elle se hausse pour constituer au point de rencontre de la crête occipitale une manière de cimier où s'indique, sous forme d'une surface triangulaire, la forte insertion du ligament cervical.



Fig. 2.—Crâne du *Cryptoprocta spelæa* G. Petit, vue ventrale. (Réduit de un tiers.)

Les maxillaires dépassent nettement en arrière la limite des nasaux. Les intermaxillaires, étroits, remontent très obliquement entre les maxillaires et les nasaux et se terminent par une apophyse aiguë. La suture temporo-pariétale est très sinueuse, présentant une courbure antérieure nette, suivie de plusieurs ondulations d'aspect variable.

L'alisphénoïde offre une large surface de contact sub-horizontale avec le frontal, la suture qui unit ces deux os faisant une courbe très peu concave dorsalement. La surface de contact de l'alisphénoïde avec le squamosal est également assez large, celle de l'alisphénoïde et du pariétal très restreinte.

La face postérieure de l'occipital est dans l'ensemble assez concave et modelée soit par des dépressions, soit par des rugosités osseuses très marquées.

Le *foramen magnum*, assez peu surbaissé, est vaguement elliptique ou arrondi. Les condyles sont bien détachés de la face occipitale. Chez un exemplaire d'Anavoha, ils offrent une disposition assez particulière qui retentit sur la forme du *foramen magnum*. Ces condyles, de direction moins oblique de haut en bas et de dedans en dehors, élargissent leur face articulaire dans leur tiers moyen, et leur bord interne vient rétrécir le trou occipital dans sa moitié dorsale.

Face ventrale. — Les trous palatins s'ouvrent dans le maxillaire, un peu en arrière du versant antérieur de la troisième prémolaire. Le canal alisphénoïdien est large ; le trou post-glénoïdien, assez en arrière de la base de l'apophyse glénoïde, est petit, mais net et présent sur tous les crânes ou bases de crâne examinés.

Le trou déchiré postérieur est situé en avant et très légèrement en dehors du trou condylien. Ces deux orifices sont nettement séparés l'un de l'autre bien que débouchant dans une légère dépression commune, coupée par le relief du pont osseux qui les sépare.

Sur le crâne d'un *Cryptoprocta spelæa*, provenant d'Anavoha, le basi-occipital offre tout contre les bulles auditives trois orifices parfaitement séparés au sein d'une même dépression : l'un, interne, qui correspond au trou condylien ; deux autres, externes par rapport au précédent, et l'un antérieur, l'autre postérieur. Ce dernier se situe tout contre la racine de l'apophyse para-occipitale. Ces deux orifices correspondent à un dédoublement du trou déchiré postérieur.

Les bulles auditives, allongées, assez comprimées latéralement, s'élèvent progressivement d'avant en arrière. Leur hauteur maximum se poursuit dans toute leur région médiane; leur partie postérieure s'abaisse légèrement jusqu'à la rencontre du sommet de l'apophyse para-occipitale. Un anneau osseux complet entoure le méat auditif. L'apophyse para-occipitale, intimement accolée aux bulles, offre une base large et un sommet arrondi et rugueux.

L'apophyse mastoïde est très peu saillante.

Denture supérieure. — Six incisives, dont aucune n'est conservée et dont les alvéoles révèlent leur augmentation de taille, de l'incisive interne à l'externe. L'alvéole de l'incisive interne gauche est comblée. L'incisive externe, à en juger par son alvéole, ne devait pas être particulièrement forte comparativement à la canine, dont l'alvéole et le bombement des maxillaires au niveau de sa base indiquent une dent qui devait être très puissante.

P^1 a disparu sans laisser de vestiges d'alvéole. P^2 offre un versant antérieur assez abrupt. A sa base, on peut reconnaître la trace d'un denticule antéro-interne. Le denticule postérieur est bien détaché. P^3 porte un denticule antérieur net, un denticule postérieur assez élevé, offrant du côté interne et à sa base un bourrelet très légèrement indiqué. Le deutérocône, très usé, peu allongé, se trouve un peu en arrière de la base du versant antérieur de la dent.

La carnassière présente un parastyle assez réduit, à la hauteur du denticule postérieur de P^3; le paracône, est nettement séparé du métacône, dont le bord supérieur est coupant. Cette dent est relativement assez courte (13 mm. de long) et se fait en outre remarquer par la hauteur du métacône qui atteint presque celle du protocône (hauteur du protocône : 8 mm.).

La tuberculeuse droite offre une abrasion de toute sa partie antérieure, ce qui la rend étroite et transforme sa surface en une crête coupante. Para-proto-et métacônes sont à peine discernables. Cette dent mesure une longueur de 7 millimètres. Du côté gauche, la tuberculeuse a disparu sans trace d'alvéole.

Denture inférieure. — L'usure constatée pour la denture supérieure s'accentue d'une manière inusitée sur les dents de la mandibule provenant d'Anavoha et qui, du reste, n'appartient pas au crâne que nous avons décrit ci-dessus : usure progressive de P_3 à la carnassière, ayant abrasé, du côté labial, la partie postérieure du protoconide et du talonide de P_1 et de P_3, le parastyle et la partie antérieure de la carnassière. L'usure a largement entamé la dentine. Les tables d'abrasion présentent sur P_4 et la carnassière des traces de

carie. Nous pensons qu'il faut attribuer cette usure, non à une cause d'ordre physiologique, mais à une anomalie de l' « articulé dentaire ».

Sur toutes les mandibules examinées, les incisives ont disparu. L'alvéole de l'incisive externe est située tout contre la canine et au bord antérieur de sa face interne. L'alvéole de I_2 est fortement déportée vers l'arrière ; ce qui reste de l'alvéole de I_3 montre qu'elle était placée un peu en dedans, mais surtout en avant de celle de I_2. Sur la mandibule d'Anavoha, la canine est très massive, très large à la base (10 mm.). Son bord antérieur est presque droit ; son usure, également très accusée, détermine une face postéro-externe évidée et aplatie. Le diasthème (9 mm.) entre la base de la canine et P_2 ne porte aucune trace de P_1.

P_2 offre un protoconide assez fort, un petit denticule antéro-interne. Le talonide porte la trace d'un denticule postérieur très abrasé, qui émerge de sa surface à peu près plane (hauteur du protoconide : 4 mm. ; longueur de la dent : 6 mm.). P_3 offre, en plus accusées, les mêmes dispositions. Le talonide s'élargit du côté labial et offre du côté lingual un denticule très abrasé (hauteur du protoconide : 5 mm. ; longueur de la dent : $7^{mm},5$). Sur les autres mandibules de *Cr. spelæa*, où les dents sont moins usées, le denticule postérieur de P_3 est net.

Le denticule antérieur de P_4 est toujours élevé ; le tubercule postérieur émerge faiblement d'un talonide sur la bordure interne duquel se voit, à la base du protoconide, la trace d'un denticule très réduit.

Sur la mandibule provenant d'Anavoha, le parastyle de la carnassière est largement séparé du protoconide. Le talonide est particulièrement élevé, mais il nous est apparu toujours très saillant chez *Cr. spelæa* (hauteur du protoconide : 6 mm. ; largeur de la dent : 11,5). M_2 n'existe pas.

II. — « Cryptoprocta spelæa » et « Cryptoprocta ferox ».

Nous ne décrirons pas ici d'une manière détaillée le crâne de *Cryptoprocta ferox* (1). Nous indiquerons seulement les différences qui peuvent être notées entre le crâne de la forme sub-fossile et de la forme actuelle, en insistant sur des caractères qui, chez *Cr. ferox*, n'ont pas suffisamment retenu l'attention des auteurs.

Le *Cryptoproctera ferox*, forme de plus petite taille, présente un crâne moins robuste dans toutes ses proportions que celui de *Cr. spelæa :* museau moins large, moindre dilatation des arcades zygomatiques, crêtes sagittale et occipitale moins accusées. En ce qui concerne le museau, précisons, en effet, que la distance qui sépare le bord externe des trous sous-orbitaires est égale, ou presque, à celle qui sépare leur bord externe et la symphyse maxillaire.

Les nasaux pénètrent assez profondément entre les frontaux en formant un angle aigu. La suture qui met en contact l'alisphénoïde et les frontaux, d'une convexité plus accusée que chez *Cr. spelæa*, s'abaisse rapidement ; la surface de contact entre les deux est donc moins étendue. Par contre, entre l'alisphénoïde et le pariétal, elle est proportionnellement plus grande.

(1) Voir le mémoire d'A. Milne-Edwards et A. Grandidier (1867, *loc. cit.*) et aussi celui de Carlsson (1912, *loc. cit.*).

Les trous palatins s'ouvrent dans le maxillaire. Canal alisphénoïdien et trou ovale ont une disposition comparable dans les deux espèces. Par contre, le trou post-glénoïdien n'existe que sur un des crânes de *Cr. ferox* examinés par nous, et encore est-il punctiforme. En outre, chez cette espèce, le trou carotidien est beaucoup plus petit que chez *Cr. spelæa,* formant une gouttière moins profonde et moins obliquement étirée vers l'arrière. De plus, elle est fermée dorsalement, surtout en avant, par un relèvement du basi-occipital, ce qui n'existe pas chez la forme disparue.

Enfin, la disposition du trou déchiré postérieur et du trou condylien est très différente. Chez *Cr. ferox*, en effet, ces deux orifices sont très rapprochés l'un de l'autre : on peut même dire que le trou condylien débouche dans la partie postérieure du trou déchiré postérieur. Il perfore la base interne de la racine de l'apophyse para-occipitale et se trouve dissimulé par la saillie de son rebord antérieur.

En ce qui concerne la denture supérieure, nous laisserons de côté les incisives et les canines, bien décrites chez *Cr. ferox* par A. MILNE-EDWARDS et A. GRANDIDIER, et qui n'existent plus chez notre *Cr. spelæa.*

La canine est plus ou moins proclive et rappelle par sa forme générale celle des Félins. Les auteurs précités ont noté un sillon, visible sur la face interne, et l'épaississement d'émail sur les bords antérieur et postérieur. Ajoutons que l'épaississement postérieur est très légèrement crénelé, surtout, semble-t-il, chez les jeunes.

Chez *Cr. ferox,* P^1 fort petite, uniradiculée, est caduque; elle manque assez fréquemment. P^2 rappelle la deuxième prémolaire de *Cr. spelæa.* Mais le denticule antérieur est plus fugace, le talon plus surbaissé avec un épaississement d'émail dans l'axe du protocône.

Chez *Cr. ferox,* P^3 présente en avant un cingulum bien marqué ; par contre, le parastyle n'est plus indiqué, le deutérocône est très surbaissé. Le talon, moins élevé que chez *Cr. spelæa,* offre une crête assez coupante (hauteur de la dent : 7 mm. ; longueur : 10 mm.)

Le parastyle de la carnassière est bas, mais aigu ; le deutérocône, bien détaché, se situe au niveau de la gorge qui sépare le parastyle du protocône ; le métacône, nettement en contre-bas du protocône, est très étiré vers l'arrière et tranchant [hauteur de la dent (protocône) : 9 mm. ; longueur : 15 mm.]. La carnassière est donc plus allongée chez l'espèce actuelle que chez l'espèce sub-fossile.

La tuberculeuse présente un bourrelet interne très net, ainsi que le para, le méta et le protocône, ce dernier étant le plus élevé.

Le chevauchement des incisives inférieures du Cryptoprocte avait été signalé par MILNE-EDWARDS et A. GRANDIDIER. Il a été interprété par H. NEUVILLE (1). A en juger par la situation des alvéoles, ce chevauchement devait être plus accusé chez *Cryptoprocta spelæa.*

P_1, très petite, manque fréquemment. P_2 est beaucoup plus réduite que chez la forme sub-fossile. Sans doute à cette diminution de taille est dû le court diasthème qui sépare P_1 et P_2 et qui n'existe pas chez *Cr. spelæa.* Le denticule antéro-interne est petit, mais net. Le versant postérieur du protoconide est oblique et porte, presque toujours très nettement,

(1) H. NEUVILLE, Remarques sur les incisives inférieures des Ursidés et de quelques autres Mammifères (*Bull. Muséum,* 1915, n° 1, p. 6-12, Pl. I).

sur sa tranche, la trace d'un petit denticule. La surface du talonide, en contre-bas de ce denticule, est aplatie. Ce petit denticule n'est pas mentionné par H. MILNE-EDWARDS et A. GRANDIDIER, ni figuré par eux. Il apparaît à peine sur la figure 21 (Pl. XIII) du mémoire de CARLSSON (*loc. cit.*), mais avec une netteté parfaite sur la figure 17 de la même planche, représentant l'aspect des dents de la dentition lactéale.

P_3 offre un protoconide triangulaire, élevé ; le denticule antéro-interne est très fugace. A la base du versant postérieur du protoconide, séparé de lui par un sillon très net, s'élève, dans l'axe de la dent, un denticule assez coupant. Il ne fait pas exactement corps avec le talonide, réduit à une très légère bordure saillante du côté externe, développé en une plate-forme plus large du côté interne. Le denticule, dont la présence n'a pas été analysée et qu'on a confondu avec le talonide lui-même, présente sur les dents de lait un développement d'importance. La figure 17 du mémoire de CARLSSON montre effectivement ce denticule s'individualiser d'une manière très accusée vis-à-vis du talonide.

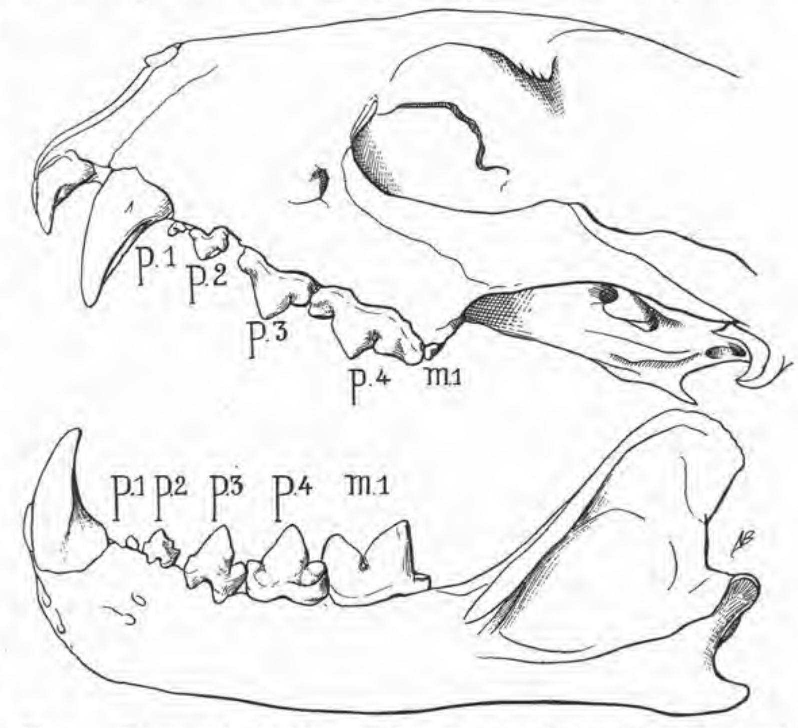


Fig. 3. — Denture du *Cryptoprocta ferox* Bennett (Laboratoire d'Anatomie comparée, nº 1927-227).

Sur P_4, le denticule antérieur s'élève légèrement, mais il est beaucoup moins détaché que chez *Cr. spelæa*. Le denticule postérieur, séparé de la base du protoconide par un sillon très net, s'individualise mieux par rapport à un bourrelet externe, lui-même plus précis, et à l'élargissement labial du talonide.

Le talonide de la carnassière est surbaissé, beaucoup moins saillant que chez l'espèce sub-fossile.

En résumé, le Cryptoprocte actuel diffère essentiellement de l'espèce disparue par sa taille plus petite, par la réduction ou la disparition du trou post-glénoïdien, par une disposition différente des trous déchiré postérieur et condylien, et caractérisée par le rapprochement de ces orifices, par des bulles auditives dont le bombement est plus brusque, la convexité qu'elles dessinent s'abaissant vers l'avant d'une manière plus abrupte.

En ce qui concerne la denture, retenons, chez *Cr. ferox*, le moindre développement de P^1, d'une manière générale l'abaissement des denticules postérieurs, la réduction du talonide de la carnassière inférieure.

Il n'en est pas moins vrai que la denture du Cryptoprocte actuel se relie étroitement à celle du *Cr. spelæa*.

III. — « Proailurus » et Cryptoproctes. — Leurs affinités et leur position systématique.

Ici encore, il ne s'agit point de reprendre pas à pas le travail de FILHOL (1881, *op. cit.*) mais de noter, en les rapprochant de ce que nous avons constaté chez les Cryptoproctes, les caractéristiques essentielles des *Proailurus*. C'est l'examen du type de *Proailurus lemanensis* Filh., conservé aux galeries de Paléontologie du Muséum (nº 1903-20), qui nous a permis les observations suivantes.

1. *Aspect général du crâne et forme du museau.* — Le crâne du *Proa. lemanensis* est remarquable par le développement des crêtes occipitales, rappelant, en plus exagéré, ce que nous avons signalé sur les crânes de certains exemplaires de *Cr. spelæa*. La partie de la boîte cranienne correspondant aux pariétaux est très bombée latéralement et dorsalement. Ce bombement est rendu plus expressif, à l'œil, par la dépression du crâne dans la partie postérieure des pariétaux, ce mouvement dépressif contrastant avec l'expansion des crêtes occipitales. La disposition du museau est bien caractérisée par une constriction du maxillaire à laquelle fait suite un brusque départ, presque perpendiculairement à l'axe sagittal du crâne, des arcades zygomatiques. Une sorte d'épaississement antérieur de ces arcades et la manière de ressaut oral qui masque le trou sous-orbitaire accentue ce caractère frappant. Corrélativement, en vue ventrale, les parties de la table dentaire de C à P^2 sont presque rectilignes, parallèles l'une à l'autre, et nous savons que ce caractère est beaucoup moins accusé chez les Cryptoproctes. La distance entre les trous sous-orbitaires est moins grande que celle qui sépare leur bord externe de la symphyse maxillaire. Le *Proa. lemanensis* avait donc un museau plus long que celui du *Cr. ferox* et surtout que celui du *Cr. spelæa*.

L'apophyse glénoïde est moins épaisse, moins ramassée, que chez les Cryptoproctes, s'élevant par un versant externe à pente moins brusque. Les apophyses para-occipitales, larges à la base, sont aiguës au sommet. Elles étaient intimement accolées aux bulles, auditives, qui ont disparu. L'apophyse mastoïde est réduite, comme chez les Cryptoproctes.

2. *Base du crâne.* — Le canal alisphénoïdien et le trou ovale offrent une disposition très comparable à celle que nous avons notée chez les Cryptoproctes. Le trou post-glénoïdien n'est pas sensiblement plus gros que chez *Cr. spelæa*. Il a disparu ou est en voie de disparition chez les Cryptoproctes actuels. Le trou carotidien est très nettement séparé du trou déchiré postérieur, lequel est situé en avant et assez en dehors de lui.

Or, nous avons noté chez *Cr. spelæa* une situation plus antérieure du trou déchiré postérieur par rapport au trou condylien, mais une séparation encore très nette de ces orifices. La forme des dépôts quaternaires de Madagascar établit donc à ce point de vue un passage très net entre la forme de l'Aquitanien et le Cryptoprocte actuel.

3. *Denture.* — La formule dentaire des Cryptoproctes est presque identique à celle des *Proailurus*. P^1, petite et déjà caduque chez le Carnivore de Saint-Gérand-le-Puy, persiste avec les mêmes caractères chez les Cryptoproctes. P^2 doit être assez forte chez *Proa. lema-*

nensis, si l'on en juge par les alvéoles de ses deux racines. Si elle se réduit chez *Cr. ferox,* elle était beaucoup plus robuste chez *Cr. spelæa.* Nous retrouvons, dans les trois formes P^3, P^4, M^1.

A la mandibule, P_1, comme la prémolaire antérieure de la mâchoire supérieure, garde, chez les Cryptoproctes, le caractère de dent réduite et non fonctionnelle, qu'elle accuse

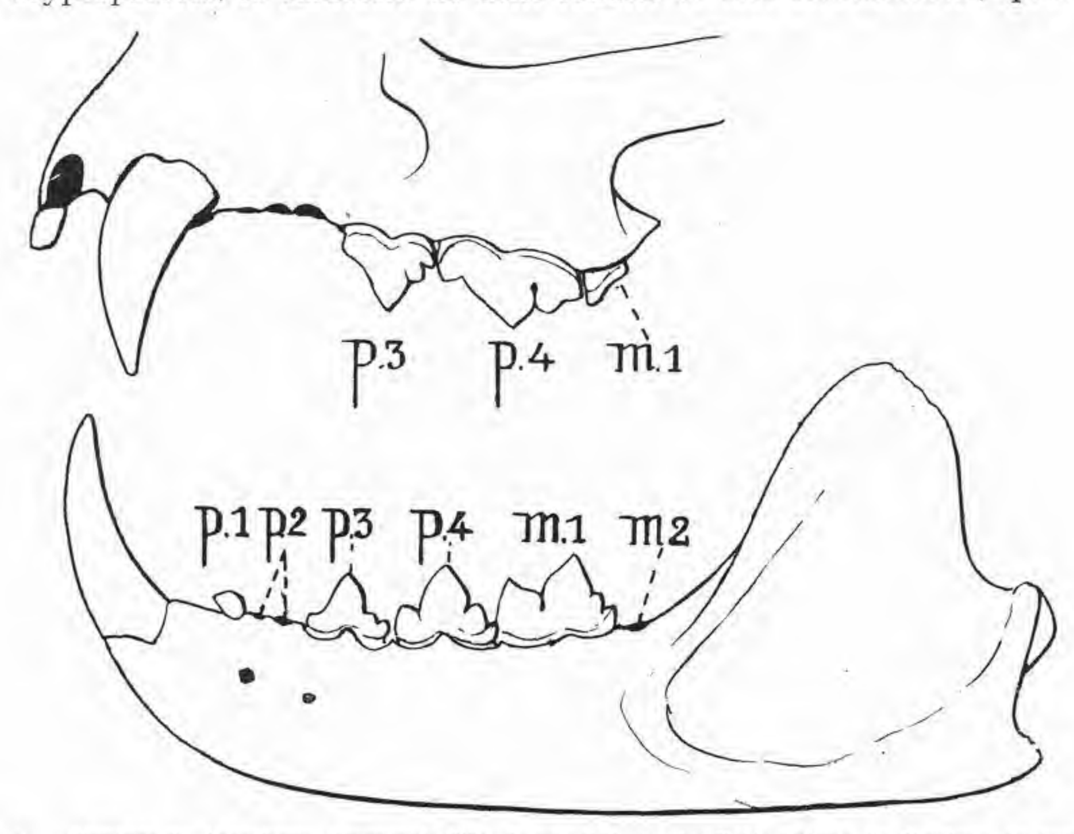


Fig. 4. — Denture du *Proailurus lemanensis* Filh. (type : Laboratoire Paléontologie du Muséum, n° 1903-20).

chez *Proailurus.* Les dents de la mâchoire inférieure offrent, du point de vue numérique, une seule différence : c'est la présence, chez *Proailurus,* d'une tuberculeuse qui a disparu chez les Cryptoproctes. Mais de *Proa. medius* des phosphorites à *Proa. lemanensis* de l'Aquitanien, nous assistons à une réduction de cette dent qui prend l'aspect d'un bouton.

Du point de vue morphologique, les différences qui frappent au premier abord lorsqu'on compare la denture du *Proa. lemanensis* et celle des Cryptoproctes, c'est l'existence, chez le premier de ces carnassiers, sur P_2, P_3, P_4 et dans l'axe du protocône et du protoconide, d'un denticule indentant le bord postérieur et surmontant le talon ou le talonide. Ce denticule n'a pas une valeur égale sur les dents en question ; il est très surbaissé sur P_3, élevé et fort sur P_4. Nous le retrouvons chez les Cryptoproctes dans ce denticule postérieur, également dans l'axe de la dent, ayant tendance, et plus encore chez *Cr. ferox* que chez *Cr. spelæa,* à faire corps avec un talonide étendu du côté lingual. Si l'on en juge par la figure, déjà citée, du mémoire de Carlsson, il offre sur la dentition lactéale de l'espèce actuelle une différenciation remarquable rappelant ce que l'on constate sur *Proa. lemanensis.* Il faut noter encore que le denticule antéro-interne de P_3 est fugace chez l'espèce aquitanienne,

comme chez les Cryptoproctes, que le denticule postérieur de P_4, très développé sur *Proa. lemanensis*, demeure plus saillant chez *Cr. spelæa* que chez *Cr. ferox*.

Sur la carnassière inférieure des Cryptoproctes, persiste un talonide, plus ou moins élevé, mais coupant, tandis que toute trace de métaconide a disparu. Or, du *Proa. medius* au *Proa. lemanensis*, en passant par la variété *crassa* (*Proa. medius* var. *crassa*), on assiste à la réduction du métaconide et du talonide de M_1, ce dernier comblant la concavité de sa surface pour devenir coupant (1).

Un certain nombre de faits acquis au cours des pages précédentes constituent des arguments en faveur de la parenté qui relie les *Proailurus* et les Cryptoproctes. Ces affinités se révèlent en résumé par des caractères tirés : 1° de la forme générale du crâne (en dehors de quelques différences tenant à la forme et à la longueur du museau) ; 2° de la disposition générale de la base du crâne et des différents orifices ; 3° de la formule dentaire ; 4° de la morphologie dentaire, car les caractères des dents des Cryptoproctes dérivent de ceux des *Proailurus* et peuvent s'expliquer, nous le verrons, par l'évolution qu'ont suivie ces carnassiers.

Il ressort, en outre, de ce qui précède que certains caractères distinctifs notés chez le Cryptoprocte sub-fossile par rapport au Cryptoprocte actuel peuvent être considérés comme des caractères de passage entre la forme aquitanienne et la forme vivant actuellement dans la Grande Ile. Ce sont : la situation réciproque du trou condylien et du trou déchiré postérieur, la présence constante d'un trou post-glénoïdien chez *Cr. spelæa*, orifice rapetissé ou absent chez *Cr. ferox* et, très probablement aussi, la forme des bulles auditives, différente chez l'une et l'autre espèce.

* * *

Il s'agit donc de savoir quelle place occupent les *Proailurus* dans l'ensemble des Carnassiers fissipèdes de l'Oligocène, et pour cela d'examiner les divers rattachements dont ils ont été l'objet.

1. *Comparaison avec le « Pseudailurus (= Nimravus) Edwardsi »*. — Quand FILHOL faisait dériver le Cryptoprocte du *Proailurus lemanensis*, il considérait le *Pseudailurus Edwardsi* comme un intermédiaire. Or, *Pseudailurus Edwardsi* est une forme des phosphorites, plus ancienne que le *Proailurus lemanensis*. Et ce n'est pas un vrai *Pseudailurus* et un vrai Félidé, comme le pensait FILHOL (2). Le *Pseudailurus* doit être rangé dans la famille des Nimravidés et le genre *Nimravus* (J. PIVETEAU, 1931) (3).

(1) SCHLOSSER (*Beitr. z. Palæont. Osterreich-Ungarns.*, Bd. VII, 1888) a séparé sous le nom d'*Haplogale*, *Proa. medius* de *Proa. lemanensis*. P. TEILHARD DE CHARDIN (*Ann. de Paléont.*, t. IX, 1915) a repris dans sa généralité, et avec raison, semble-t-il, le genre *Proailurus*, tel que l'avait conçu FILHOL (*loc. cit.*, 1882).

(2) Rappelons que GERVAIS (Voir *Préliminaires*) faisait aussi dériver le Cryptoprocte du *Pseudailurus Edwardsi*, qu'il considérait comme un Félidé.

(3) Comme l'a bien établi J. PIVETEAU [Les Chats des Phosphorites du Quercy (*Ann. Paléont.*, t. XX, 1932)], si les Nimravidés nous donnent une idée de la forme ancestrale des Chats actuels, ils ne doivent pas être considérés comme les ancêtres directs des Félidés.

La denture du *Proailurus lemanensis* ne saurait rappeler celle des *Nimravus*. Si, par l'atténuation des denticules postérieurs en général, par la disparition du métaconide de la carnassière inférieure, la denture du Cryptoprocte peut évoquer celle de *Nimravus Edwardsi*, il n'y a là qu'une ressemblance superficielle.

2. *Comparaison avec les Pseudailurus miocènes.* — Beaucoup plus tentant est le rapprochement des *Proailurus* et des vrais *Pseudailurus* miocènes. Nous savons que J. Viret (*op. cit.*, 1928) s'est attaché à démontrer que *Proailurus lemanensis*, qu'il classe parmi les Mustélidés, est l'ancêtre des *Pseudailurus* et probablement du *Pseudailurus quadridentatus* Bl., de la Grive Saint-Alban et de Sansan (1).

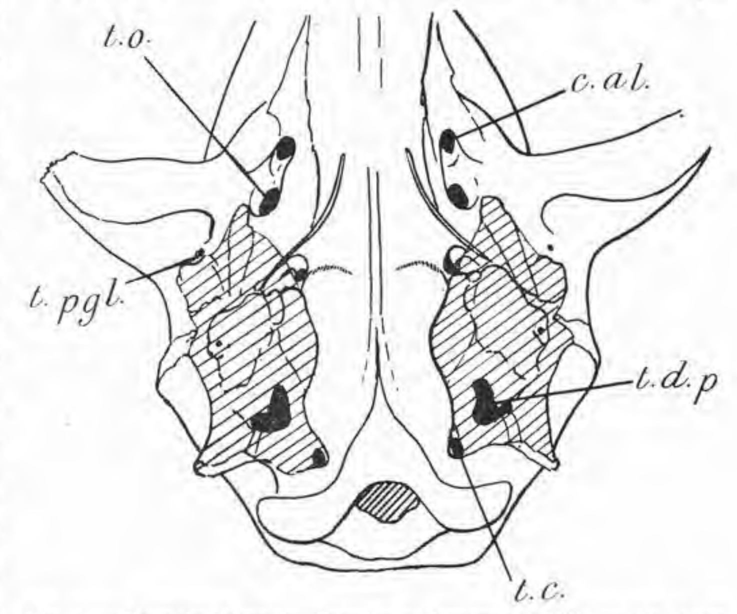


Fig. 5. — Base du crâne du *Proailurus lemanensis* Filh. — *t.o.*, trou ovale; *c.al.*, canal alisphénoïdien; *t.pgl.*, trou postglénoïdien; *t.d.p.*, trou déchiré postérieur ; *t.c.*, trou condylien.

Bien que la présence ou l'absence d'une prémolaire ne puisse constituer, chez les Carnassiers, un caractère important, il faut tout de même noter que P^1, disparue chez les *Pseudailurus* (et chez les *Felis*), se trouve vestigiale chez *Proailurus* et qu'elle garde ce caractère chez les Cryptoproctes ; que P^2, à son tour uniradiculée et vestigiale chez *Pseudailurus* (vestigiale ou absente chez *Felis*), est bien développée, biradiculée chez *Proailurus* et que, par contre, elle a tendance à se réduire chez *Cr. ferox.*

De même, à la mâchoire inférieure : P_1, disparue chez les *Pseudailurus*, est vestigiale chez les *Proailurus*, mais demeure avec ce caractère chez les Cryptoproctes. P_2 est vestigiale ou absente chez le Carnassier du Miocène (elle manque chez *Felis*) ; elle offre à peu près le même développement chez les *Proailurus* et les Cryptoproctes.

Par contre, la tuberculeuse manque chez *Pseudailurus*, alors qu'elle est très réduite chez *Proailurus lemanensis*. Mais cette réduction annonce la disparition qui se constate chez les Cryptoproctes.

Du point de vue morphologique, la denture de *Proailurus* offre de grandes ressemblances avec celle des *Pseudailurus quadridentatus*. Les dents, qui sont plus larges, ont, dans l'ensemble, leur protocône ou leur protoconide proportionnellement moins élevé ; le talon de P^3 est moins saillant ; à la mâchoire inférieure, le denticule postérieur de P_3 est moins surbaissé que chez le *Proailurus*, celui de P_4 moins élevé. Le métaconide de la carnassière a complètement disparu ; le talonide, à tranche coupante, est moins nettement détaché. La disparition du métaconide de la carnassière inférieure se constate, nous le savons, chez les Cryptoproctes.

(1) Voir sur le *Pseud. quadridentatus* Bl., *Pseud. transitorius* Dép., *Pseud. Larteti* Gaillard : C. Gaillard, Mammifères nouveaux ou peu connus de La Grive-Saint-Alban (Isère) (*Arch. Muséum Hist. nat. Lyon*, t. VII, 1895, p. 1-78, Pl. I-II). — Voir aussi : Ch. Déperet, La faune de Mammifères miocènes de La Grive-Saint-Alban (*Ibid.*, t. V, 1892).

Quant aux canines supérieures, elles offrent, chez *Pseudailurus*, avec leur taille plus grande, une crête postérieure crénelée. Mais ce caractère est commun aux *Proailurus*, aux *Nimravus* et se retrouve, atténué, chez les Cryptoproctes (1).

Les *Proailurus* appartiennent à ces Carnassiers fissipèdes que TEILHARD DE CHARDIN a réunis sous le nom de *Sténoplesictoïdés*. C'est là « un ensemble très homogène mais très embrouillé de formes, généralement petites, caractérisées par leur tendance commune à prendre une dentition (au moins inférieure) rappelant celle des Félidés » (TEILHARD DE CHARDIN, 1915, *op. cit.*).

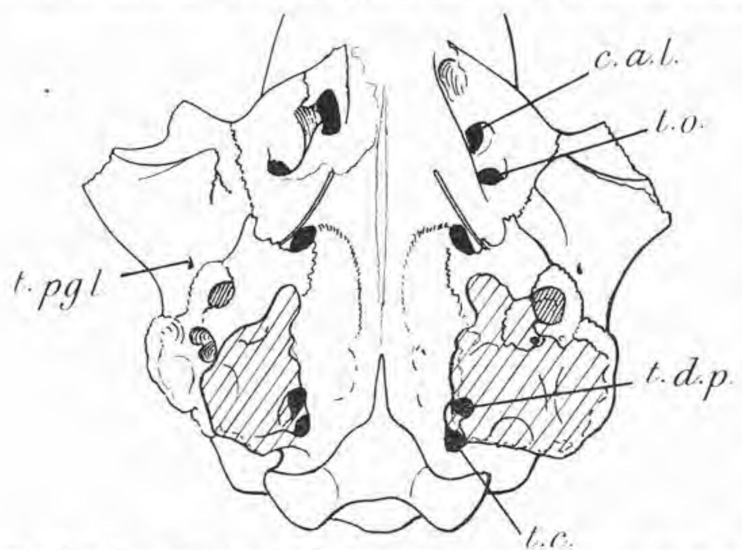


Fig. 6. — Base du crâne du *Cryptoprocta spelæa* G. Petit. — *t.o.*, trou ovale ; *c.al.*, canal alisphénoïdien ; *t.pgl.*, trou postglénoïdien ; *t.d.p.*, trou déchiré postérieur ; *t.c.*, trou condylien.

Or, parmi les Sténoplesictoïdés, les *Proailurus* nous paraissent constituer le groupe morphologique qui, par la denture, se rapproche le plus des Félidés.

Mais, s'il n'est pas douteux que, du point de vue numérique, la denture du *Proailurus* se relie directement à celle du Cryptoprocte, nous pensons, en définitive, que, du point de vue morphologique, la ressemblance entre la denture de la forme aquitanienne, celle des *Pseudailurus* et celle des Félidés en général, est due à un phénomène de convergence.

Ajoutons enfin que, si les *Proailurus* étaient plantigrades, les *Pseudailurus* avaient acquis la digitigradie des Félins vrais. La démarche de *Proailurus*, d'après J. VIRET, est bien celle d'un Carnassier primitif et annonce la digitigradie du *Pseudailurus*. Mais cette plantigradie vient s'ajouter au stock de caractères qui rapprochent le *Proailurus* des Cryptoproctes et cette allure du Carnassier malgache a fortement gêné les morphologistes qui voulaient en faire un Félin, au point d'amener certains d'entre eux à proposer de scinder les Félidés en deux grandes familles (A. MILNE-EDWARDS et A. GRANDIDIER).

3. *Les affinités réelles des « Proailurus » et l'évolution suivie par les Cryptoproctes.* — Les *Proailurus*, qui ne sauraient être ni des Canidés, ni encore moins des Mustélidés, ne nous paraissent être non plus, ni directement, ni indirectement, les ancêtres des Félidés.

Ils s'en éloignent par le fait que les trous palatins s'ouvrent dans le maxillaire, par l'ossification du méat auditif externe, surtout par la disposition de la base du crâne et des orifices craniens. Ces caractères de la base du crâne se retrouvent, du reste, chez des représentants des Carnassiers des phosphorites du Quercy autres que les Sténoplésictoïdés (Miacoïdés, Cynodictoïdés, Cynodontoïdés), exception faite des bulles auditives, qui ne sont pas toujours complètement ossifiées dans les groupes précédents, alors qu'elles paraissent

(1) Nous avons tenu à discuter ici l'opinion de J. VIRET. Mais le *Pseud. quadridentatus* apparaît de plus en plus comme étant un vrai Félidé.

l'avoir été chez les *Proailurus*. Ils se retrouvent aussi chez les Nimravidés, et ces caractères sont parmi ceux qui isolent les représentants de cette famille des Félidés vrais.

Cette constatation d'ordre général est fort intéressante. Car elle montre que nous avons affaire à tout un ensemble de Carnassiers formant un faisceau cohérent, remarquables par leur souplesse adaptative, mais seulement en voie de différenciation et portant l'empreinte d'une origine commune.

Vus sous ce jour, les *Proailurus* peuvent être considérés comme des Viverridés très primitifs, dont la denture rappelle morphologiquement, et par convergence, celle des Félidés.

L'étude du Cryptoprocte actuel, dans lequel se survit le *Proailurus*, est en faveur de cette manière de voir et aide, en outre, à la compréhension de l'espèce fossile selon deux arguments différents. Tout d'abord, en effet, dans la somme des caractères morphologiques discernés chez le Cryptoprocte par l'étude anatomique de Carlsson (*loc. cit.*), les caractères de Viverridés sont en majorité très nets ; il y a, du reste, balancement à l'intérieur de la famille, entre ceux qui appartiennent aux Viverridés et ceux qui sont herpestiniens.

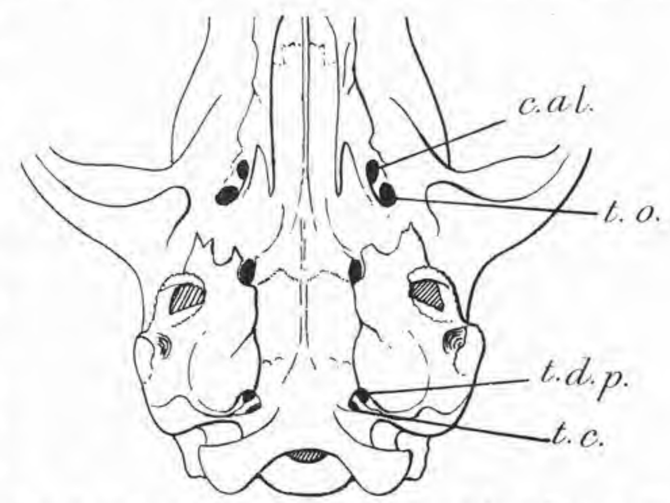


Fig. 7. — Base du crâne du *Cryptoprocta ferox* Bennett. — *t.o.*, trou ovale ; *c.al.*, canal alisphénoïdien ; *t.d.p.*, trou déchiré postérieur ; *t.c.*, trou condylien ; — le trou postglénoïdien n'existe pas sur l'exemplaire figuré.

Et il n'est pas exagéré de penser, étant donnée l'allure plantigrade commune, étant données les affinités si étroites, au point de vue cranien, entre les *Proailurus* et les Cryptoproctes, que certains au moins de ces caractères se trouvaient déjà chez la forme fossile.

En second lieu, si le *Proa. lemanensis* offrait déjà, par sa denture, des caractères de convergence avec les Félidés, cette convergence s'est accusée au cours de l'évolution qui nous conduit aux Cryptoproctes. Nous faisons allusion au rapprochement du trou condylien et du trou déchiré postérieur et aussi à la tendance des bulles auditives, à prendre, chez la forme actuelle, un aspect plus ramassé et plus bombé que chez la forme sub-fossile ; en ce qui concerne le premier caractère, nous savons que *Cr. spelæa* offre un terme de passage entre *Proailurus lemanensis* et *Cr. ferox*. Quant à la denture, elle était déjà chez le Cryptoprocte sub-fossile ce qu'elle est chez le Cryptoprocte actuel. Directement reliée numériquement et morphologiquement à celle du Carnassier de l'Aquitanien, elle accuse cependant, chez *Cr. ferox*, une simplification qui peut être considérée comme une régression adaptative. Elle se traduit par l'atténuation du denticule postérieur des prémolaires ayant tendance à être absorbé par le talon ou le talonide (1).

L'ancêtre direct du *Cryptoprocta ferox* a pu parvenir à Madagascar au moment des

(1) Les caractères anatomiques communs aux Cryptoproctes et aux Félidés peuvent être considérés comme dus à la convergence : forme du pavillon de l'oreille, union d'une portion du masséter au ptérygoïdien interne, l'égal développement et la répartition des papilles filiformes de la langue, le gland pourvu d'épines, le clitoris pourvu d'un os (A. Carlsson, *loc. cit.*).

grandes régressions marines qui, à l'Éocène supérieur, ont pu établir une liaison continentale entre la grande île et l'Afrique ; il a pu s'y maintenir grâce à l'absence d'une concurrence qui aurait pu venir de Carnassiers plus puissants que lui (1).

Cet animal est donc l'image, sans doute à peine modifiée, des *Proailurus* de St-Gérand, c'est-à-dire qu'il représente, abstraction faite des caractères nouveaux acquis par convergence, un Viverridé très primitif, n'ayant pas encore concentré, par différenciation, les caractères qui auraient fait de lui soit un Viverriné, soit un Herpestiné.

De fait, le *Cryptoprocta ferox* ne peut être classé ni dans l'une, ni dans l'autre de ces sous-familles. En conséquence, pour préciser sa position systématique, il faudrait constituer, parmi les *Viverridæ*, la sous-famille des *Cryptoproctinæ* où entreraient les *Proailurus ;* ou mieux, étant donné que le nom de cette sous-famille est tiré d'un caractère anatomique commun aux Herpestinés et aux Cryptoproctes, mais invérifiable pour la forme fossile, on pourrait créer la sous-famille des *Proailurinæ*, où entreraient les Cryptoproctes.

Les ressemblances entre les Viverridés et les Félidés ont été bien souvent rappelées par les auteurs. Nous ne pouvons les discuter ici. Mais nous savons qu'on a voulu voir dans les Cryptoproctes des formes intermédiaires entre les deux familles en question. D'un point de vue strictement morphologique, auquel risque d'aboutir la comparaison des formes affines actuelles, cette opinion peut, à la rigueur, se soutenir ; mais tout ce qui précède démontre assez que, dans le cas particulier, cette conception ne saurait avoir la moindre valeur phylogénique.

(*Laboratoire des Pêches et Productions coloniales d'origine animale.*)

(1) Pour le moment, *Cryptoprocta spelæa* représente l'unique intermédiaire entre *Proa. lemanensis* et *Cr. ferox.* Mais il est possible que les terrains miocènes d'Afrique orientale nous livrent des formes de passage. ANDREWS [On the lower miocene Vertebrates from British East Africa (*Quaterl. Journ. Geol. Soc. London*, vol. LXX, 1914, p. 163-186, Pl. XXXIX)] a décrit une hémi-mandibule d'un Carnivore du Miocène inférieur de la rive orientale du lac Victoria Nyanza en la rapportant au genre *Pseudailurus* et en créant une nouvelle espèce *Pseud. africanus.* Comme ANDREWS l'indique lui-même, cette mandibule diffère de celle des *Pseudailurus* par la hauteur de la symphyse et une plus grande longueur du diasthème entre C et P. D'autre part, d'après les figures données par cet auteur (Pl. XXIX, fig. 1-*a* et 1-*b*), les protoconides paraissent beaucoup plus élancés que chez les *Pseudailurus*, les denticules postérieurs mieux détachés, ce qui donne aux dents du *Pseud. africanus* une allure rappelant celle des *Proailurus.*

Sur *Crocodilicola* et autres Hémistomes de Crocodiliens

Par ROBERT-PH. DOLLFUS

A la mémoire de JEAN THOMAS.

Les descriptions originales d'Hémistomes de Crocodiliens sont dues à Karl WEDL (1861), Rudolph VON WILLEMOES-SUHM (1870), Justin POIRIER (1886) et Gustav BRANDES (1888, 1890).

Depuis 1890, aucun helminthologiste, à ma connaissance, n'a signalé de nouvelle récolte d'Hémistome de Crocodilien, et il ne semble pas que les divers auteurs qui ont eu l'occasion de rappeler ou de commenter les descriptions de ces parasites aient examiné des matériaux nouveaux (1).

Dans la systématique des Hémistomes actuellement en usage, revisée par Georges DUBOIS (1932, 1933), les Hémistomes de Crocodiliens appartiennent tous à la famille des *Alariidæ* Marcos A. Tubangui 1922, où ils sont répartis en quatre genres et deux sous-familles :

A. *Polycotylinæ* Fr. Sav. Monticelli 1892.

Un seul genre : *Polycotyle* Willemoes-Suhm (1870), avec une seule espèce :

P. ornata Willemoes-Suhm (1870, p. 183-185, Pl. XI, fig. 1), de l'estomac d'un *Alligator mississippiensis* (Daudin 1802) = *A. lucius* (G. Cuvier 1807), arrivé de Charleston (U. S. A.) à Göttingen.

Cette espèce a été redécrite par J. POIRIER (1886, p. 339-345, Pl. XVIII, fig. 7 ; Pl. XIX, fig. 1, 3, 5, 6 ; Pl. XX, fig. 5), d'après des spécimens trouvés chez un Crocodilien indéterminé à la ménagerie du Muséum de Paris.

B. *Neodiplostomatinæ* G. Dubois, 1932.

Cette sous-famille comporte neuf genres, dont trois renferment des parasites de Crocodiliens.

Neodiplostoma Alcide Railliet 1919, avec quatre espèces (sur environ douze) pour les parasites de Crocodiliens.

N. bifurcatum (C. Wedl 1861), G.-R. La Rue 1926 ; décrit par Karl WEDL (1861, p. 477-478, Pl. III, fig. 38) sous le nom de *Distoma* (?) *bifurcatum* Wedl, d'après deux exemplaires récoltés dans l'intestin d'un *Crocodilus vulgaris* G. Cuvier 1807 = *Cr. niloticus* Laurenti 1768, du Nil.

(1) G. DUBOIS (1932, p. 398, note) a examiné des spécimens de *Polycotyle ornata* Will.-Suhm, mais sans indiquer leur origine.

N. siamense (J. Poirier 1886) G.-R. La Rue 1926, de l'intestin d'un *Crocodilus siamensis* Schneider 1801, mort à la ménagerie du Muséum de Paris (1) ; décrit sous le nom de *Diplostomum siamense* J. Poirier (1886, p. 327-333, Pl. XVIII, fig. 1-2 ; Pl. XIX, fig. 7, Pl. XX, fig. 1-4).

N. poirieri G. Dubois 1932, de l'intestin d'un Crocodilien indéterminé, mort à la ménagerie du Muséum de Paris ; décrit sous le nom de *Diplostomum pseudostomum* (W.-Suhm) par J. Poirier (1886, p. 334-339, Pl. XVIII, fig. 3-6, Pl. XIX, fig. 2-4) ; redécrit (d'après le texte et les figures publiés par Poirier) par G. Dubois (1932, p. 399-402, fig. E) sous le nom de *Neodiplostomum Poirieri* G. Dubois.

N. longum (G. Brandes 1888) G. R. La Rue 1926 ; décrit sous le nom de *Diplostomum longum* G. Brandes (1888, p. 57 ; 1890, p. 584, Pl. XXXIX, fig. 1-9), d'après des spécimens du Musée de Vienne, récoltés par Natterer au Brésil, chez un Crocodilien indéterminé.

Paradiplostoma G.-R. La Rue 1926, avec une espèce (sur deux) pour un Crocodilien.

P. abbreviatum (G. Brandes 1888) G.-R. La Rue 1926, décrit sous le nom de *Diplostomum abbreviatum* G. Brandes (1888, p. 55 ; 1890, p. 581-582, Pl. XXXIX, fig. 15-17), d'après des spécimens du Musée de Vienne, récoltés par Natterer au Brésil, chez un Crocodilien indéterminé.

Crocodicola Fr. Poche 1926, avec une seule espèce (type du genre).

Dans ce genre, Fr. Poche (1926, p. 191) avait placé cinq espèces : *Distoma pseudostoma* Will.-Suhm 1870 ; *Diplost. abbreviatum* Brandes 1888 ; *Diplost. siamense* Poirier 1886 ; *Diplost. longum* Brandes 1888 ; *Distoma bifurcum* Wedl 1861, dont quatre ont été réparties dans les genres *Neodiplostoma* et *Paradiplostoma*.

C. pseudostoma (Willemoes-Suhm 1870) Poche 1926 ; décrit d'abord sous le nom de *Distoma pseudostoma* Willemoes-Suhm (1870, p. 185-186, Pl. XI, fig. 2), d'après des spécimens de l'intestin grêle d'un *Alligator mississippiensis* (Daudin 1802) = *A. lucius* (G. Cuvier, 1807), arrivée de Charleston (U. S. A.) à Göttingen ; redécrit comme *Diplostomum pseudostomum* Poirier par Brandes (1888, p. 55-56 ; 1890, p. 582-583, Pl. XXXIX, fig. 10-11), d'après des spécimens du Musée de Vienne, récoltés par Natterer au Brésil, chez un Crocodilien indéterminé.

Aux *Crocodilicola* de Crocodiliens, il faut adjoindre une espèce trouvée chez une tortue : *Cinosternum scorpioïdes* (L.), apportée de l'île de Trinidad (Antilles) au parc Zoologique de New-York. Cette espèce est décrite sous deux noms différents ; les spécimens en extension sous le nom de *Diplostomum brevis* G. A. Mac Callum (1921, p. 140-143, fig. 69) et les spécimens en contraction sous le nom de *Diplostomum cinosterni* G. A. Mac Callum (1921, p. 145-147, fig. 71).

« Crocodilicola caïmancola » n. sp.

(Fig. 1-4.)

J'ai trouvé quelques exemplaires d'une espèce nouvelle du genre *Crocodilicola* dans la première moitié de l'intestin d'un *Caïman latirostris* (Daudin 1802), mort dans la nuit du 27 au 28 août 1931 et disséqué le 28 août 1931, au Muséum de Paris. Ce Caïman avait été acheté à un marchand d'animaux, et sa provenance exacte n'était pas connue ; il était supposé originaire du Brésil, patrie habituelle de cette espèce.

Le genre *Crocodilicola* se distingue à première vue des autres genres d'Hémistomes de Crocodiliens, parce que le corps n'est pas distinctement divisé en deux régions (antérieure et postérieure). Une diagnose générique a été donnée par J. P. Van Haitsma (1930, p. 147), après que le genre eut été réduit à la seule espèce type, pour remplacer la diagnose originale proposée par Fr. Poche (1926, p. 191-192) et qui ne pouvait plus convenir.

(1) D'après les registres de la ménagerie des Reptiles du Muséum, il ne peut s'agir que du *Crocodilus siamensis* Schneider, rapporté de Saïgon par Paul Bert en 1884, car le Muséum n'a reçu vivants que deux spécimens de ce *Crocodilus* ; l'autre a été rapporté de Bangkok par Firmin Bocourt en 1862.

Crocodilicola caïmancola mihi a le corps trois fois et demie à six fois aussi long que large ; selon la contraction ou l'extension, les bords latéraux sont presque parallèles, ou bien le corps s'élargit sensiblement dans la région de l'organe adhésif ; le niveau de plus grande

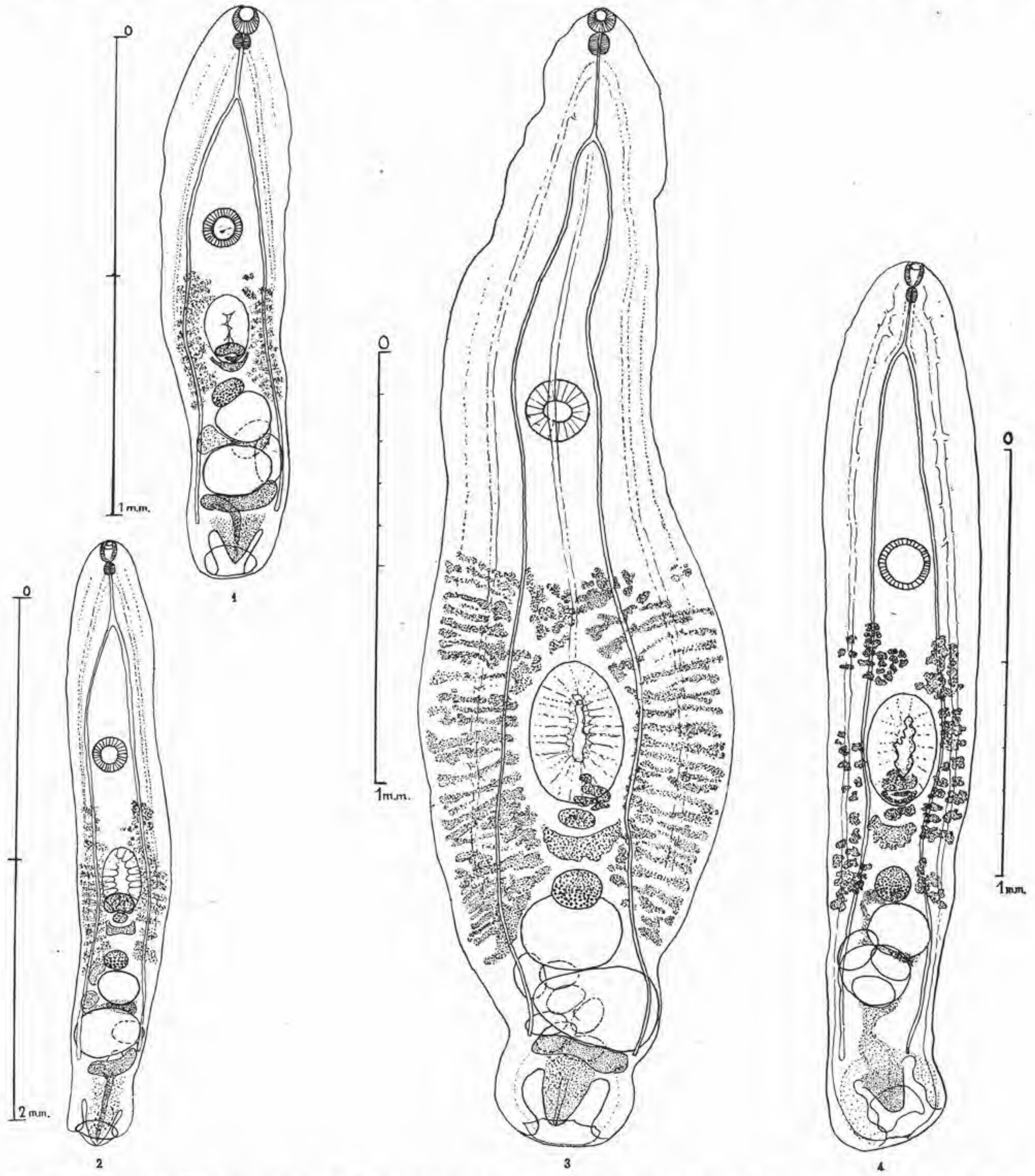


Fig. 1-4. — *Crocodilicola caïmancola* mihi, de l'intestin antérieur de *Caïman latirostris* (Daudin). Dissection à Paris, 28 août 1931. *Ipse legi.*
1-3, spécimens vus par la face dorsale ; 4, spécimen vu par la face ventrale.

largeur est donc très variable, mais il est toujours en avant de la région des glandes génitales et en arrière de la région œsophagienne.

La ventouse orale, terminale, est petite ; il n'y a pas de prépharynx ; le pharynx sphérique ou ovale est plus petit que la ventouse orale. L'œsophage est plutôt long, ayant environ trois à quatre fois la longueur du pharynx ; les cæca suivent les bords latéraux du corps, au contact ou presque de la face dorsale, et se terminent plus ou moins loin au voisinage de la vésicule séminale.

La ventouse ventrale, circulaire, est bien développée, avec un diamètre qui atteint environ le tiers de la largeur du corps à son niveau.

L'organe adhésif, elliptique, comporte de nombreuses papilles digitiformes supposées contractiles ; à cet organe sont annexés, sur la ligne médiane, des groupes glandulaires très importants : un premier groupe de cellules glandulaires est situé dorsalement à l'organe adhésif, dans sa partie postérieure ; il a une forme irrégulière ou plus ou moins ovale transverse ; un second groupe, généralement moins volumineux, est immédiatement en arrière du bord postérieur de l'organe adhésif ; enfin, un troisième massif glandulaire se trouve transversalement un peu en arrière du précédent et a une forme un peu en croissant, à bord convexe postérieur irrégulier.

L'ovaire, globuleux ou ellipsoïdal transverse, est médian, à une petite distance en arrière de la glande précédente.

Immédiatement en arrière de l'ovaire, sur la ligne médiane, l'un en arrière de l'autre, sont les testicules ; ils sont beaucoup plus volumineux que l'ovaire et de forme plus ou moins ovale transversalement ; l'antérieur est parfois un peu plus petit que le postérieur. Au contact du bord postérieur du testicule postérieur, se trouve la vésicule séminale, allongée transversalement, qui se continue par un étroit canal éjaculateur, médian, jusqu'au pore génital ; il est accompagné par la glande prostatique.

Les vitellogènes comportent de nombreux follicules, rapprochés (ou au contact) de la face ventrale. Ils atteignent, en avant, à peu près la mi-distance entre la ventouse ventrale et l'organe adhésif et s'étendent en arrière jusqu'au premier testicule, sans atteindre le second. Selon les individus examinés, les follicules montrent plus ou moins clairement une disposition transversale ; ceux d'un côté peuvent rejoindre ceux de l'autre côté sur la ligne médiane, en avant de l'organe adhésif. Les vitelloductes se réunissent au niveau de l'espace intertesticulaire pour former un assez gros réservoir vitellin ; au même niveau est la glande de MEHLIS, qui reçoit l'oviducte, celui-ci passe dorsalement au testicule antérieur ; il est un peu renflé près de son origine ; ce renflement, qui émet le canal de LAURER, joue le rôle de *receptaculum seminis*. L'utérus, partant de la glande de MEHLIS, a d'abord un trajet ascendant ; immédiatement (ou presque) en avant de l'ovaire, il se recourbe et prend une direction postérieure le long de la face ventrale ; il passe ventralement au canal éjaculateur, qu'il rejoint au niveau de l'orifice génital. L'orifice génital est au sommet d'une protubérance conique protractile, située dans la cavité dite « bourse copulatrice », qui s'ouvre à l'extrémité postérieure du corps, sur la face dorsale.

Ses œufs sont peu nombreux, très gros, à coque mince, avec un petit opercule ; tous ceux que j'ai observés sont déformés, « collapsés », de sorte que je ne peux pas indiquer leurs

dimensions normales ; les moins déformés mesurent de 128 × 80 μ à 130 × 88 μ (pour les œufs fortement collapsés, j'ai mesuré, par exemple : 106 × 60, 108 × 60, 110 × 66, 110 × 72, 110 × 78, 110 × 80, 120 × 74).

L'appareil excréteur comporte cinq vaisseaux longitudinaux principaux avec de nombreuses ramifications et anastomoses. Le pore excréteur est visible à l'extrémité postérieure du corps, sur la face ventrale.

Je donne ci-dessous les dimensions de cinq individus montés *in toto* après coloration :

	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Longueur	1,16	1,45	2,075	2,275	2,65
Largeur	0,25	0,332	0,375	0,376	0,775
Ventouse orale	0,050 × 0,052	0,051	0,062 × 0,042	0,080 × 0,032	0,060
Pharynx	0,040	0,040	0,038 × 0,052	0,038 × 0,044	0,050
Œsophage	0,12	0,12	0,09	0,136	0,156
Ventouse ventrale	0,08	0,089	0,117	0,109	0,138
Organe adhésif	0,15 × 0,10	0,200 × 0,132	0,256 × 0,160	0,28 × 0,16	0,340 × 0,232

Ce *Crocodilicola* se distingue immédiatement du type du genre par sa ventouse ventrale beaucoup plus grande et son beaucoup plus long œsophage. Il y a d'autres différences : vitellogènes s'étendant moins loin antérieurement, glandes de l'organe adhésif plus développées, œufs plus grands (Willemoes-Suhm a noté 100 × 72 μ) ; mais l'on ignore si ce sont des différences spécifiques, car les descriptions et figures données par Willemoes-Suhm et Brandes, de l'espèce type, ne donnent pas de renseignements suffisants pour en juger.

Je définis donc ma nouvelle espèce :

Crocodilicola dont l'œsophage mesure environ trois fois la longueur du pharynx et dont la ventouse ventrale atteint environ le tiers de la largeur du corps à son niveau. Parasite de l'intestin antérieur de *Caïman latirostris* (Daudin) du Brésil.

Aucun Trématode n'avait, jusqu'à présent, été signalé chez ce Crocodilien.

« Neodiplostoma Thomasi » n. sp.

(Fig. 5-6.)

Deux *Osteolæmus tetraspis* Cope 1867, rapportés de la lagune de Likouba, région de Mossaka (Moyen-Congo), par Jean Thomas, sont morts au Muséum de Paris les 21 décembre 1930 et 19 janvier 1931 ; j'ai pu les disséquer moins de vingt-quatre heures après la mort. Dans l'intestin du premier, j'ai trouvé environ 15 spécimens d'un Hémistome, les uns avec œufs, les autres sans œufs ; dans l'intestin du second, j'ai trouvé un seul spécimen, sans œufs, de la même espèce.

La région antérieure du corps, ovale, élargie, est bien délimitée postérieurement ; elle est un peu plus longue, chez les spécimens examinés, que la région postérieure, étroite, subcylindrique. La ventouse orale est très petite. Il n'y a pas de prépharynx ; le pharynx est un peu plus petit que la ventouse orale. L'œsophage a une longueur approximativement double de celle du pharynx. Les cæca divergent lentement, puis suivent dorsalement les

bords latéraux du corps, dans la région postérieure du corps, jusqu'à leur terminaison au niveau de la vésicule séminale. La ventouse ventrale est très petite, mais un peu plus grande que l'orale. L'appareil adhésif, elliptique, est plus large que le tiers de la largeur du corps

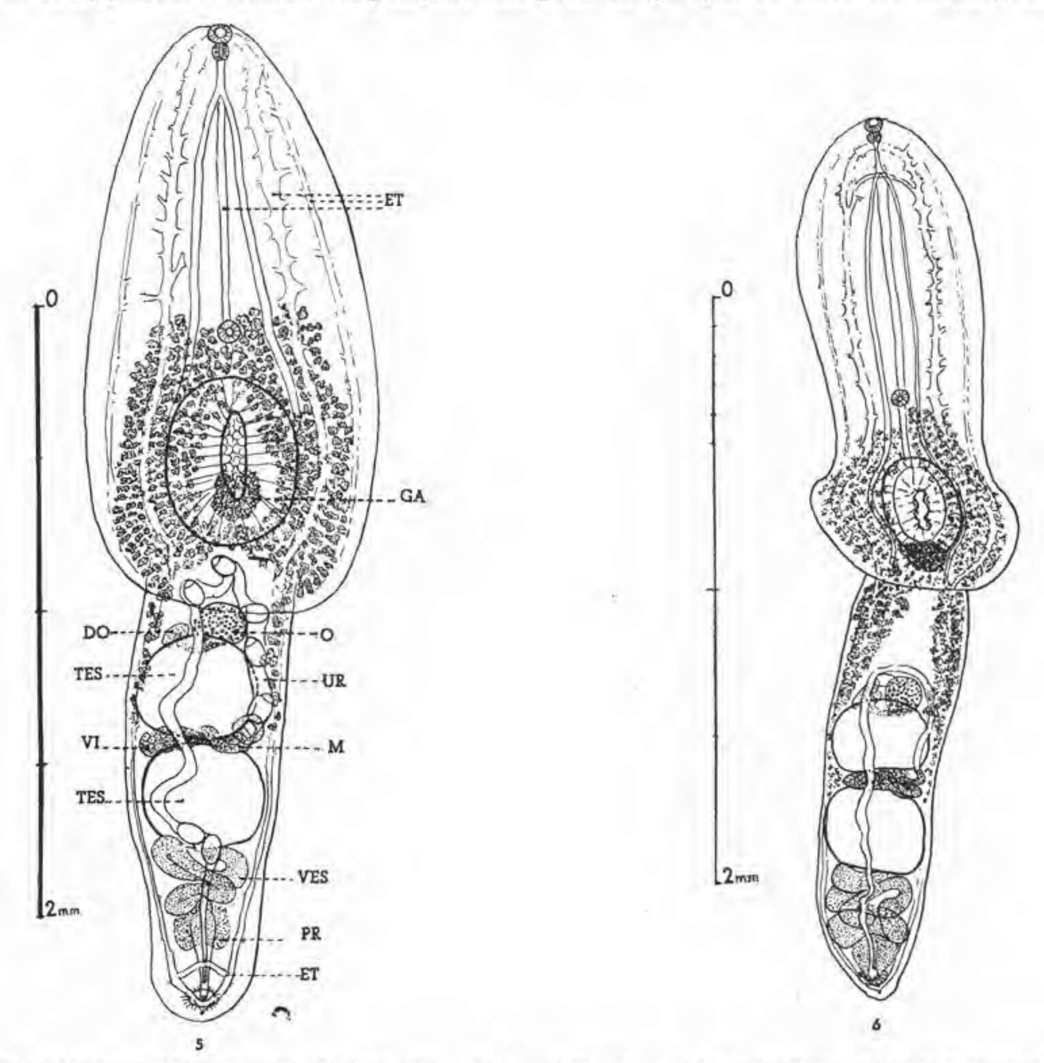


Fig. 5-6. — *Neodiplostoma Thomasi* mihi, de l'intestin antérieur d'*Osteolæmus tetraspis* Cope, de la lagune de Likouba, région Mossaka (Moyen-Congo). Dissection à Paris, 19 janvier 1931 et 21 décembre 1930. *Ipse legi.*

Deux spécimens vus par la face ventrale.

DO. Dilatation du début de l'oviducte.
ET. Branches de l'appareil excréteur.
GA. Glande annexée à l'organe adhésif.
M. Glande de Mehlis.
PR. Prostate.
O. Ovaire.
TES. Testicule.
UR. Utérus.
VI. Réservoir vitellin.
VES. Vésicule séminale.

à son niveau ; il montre de nombreuses papilles étroites, allongées, dont l'extrémité libre fait saillie dans la cavité s'ouvrant à l'extérieur. A cet appareil est annexé un massif glandulaire de forme irrégulière, situé dorsalement à sa moitié postérieure.

Dans la région postérieure du corps, sur la ligne médiane, se trouve l'ovaire, de forme globuleuse, régulière ; il est rapproché de la face dorsale, et généralement à une petite distance ou au contact du bord postérieur de la région antérieure du corps.

Immédiatement en arrière de l'ovaire, se trouve le testicule antérieur, beaucoup plus volumineux, brièvement ovale transversalement ; immédiatement en arrière de lui

est le testicule postérieur, de même forme et de mêmes dimensions ou presque. En arrière du testicule postérieur, la vésicule séminale, tubuleuse, dilatée, décrit trois ou quatre boucles transversales et se continue par le canal éjaculateur, grêle, qui est accompagné d'une grosse glande prostatique et s'ouvre à l'extrémité du cône génital.

Les vitellogènes comportent de nombreux follicules, répandus entre le niveau de la ventouse ventrale et le niveau de l'espace intertesticulaire ; ils sont surtout nombreux autour de l'organe adhésif, ceux de droite et ceux de gauche confluent en avant et en arrière de cet organe. Dans la région postérieure du corps, les follicules forment seulement une bande de chaque côté, et les vitelloductes se réunissent en un réservoir vitellin assez gros, entre les deux testicules et s'étendant transversalement à droite de la ligne médiane. Au même niveau, mais à gauche, est la glande de MEHLIS. Celle-ci reçoit l'oviducte qui débute par un renflement à droite de l'ovaire ; ce renflement, qui émet le canal de LAURER, joue le rôle d'un *receptaculum seminis ;* l'oviducte passe dorsalement au testicule antérieur. L'utérus commence à la glande de MEHLIS ; il se dirige d'abord antérieurement ; arrivé dans l'espace préovarien, il se recourbe et prend une direction postérieure, le long de la face ventrale, jusqu'au pore génital, passant ventralement au canal éjaculateur et à la prostate. L'utérus ne contient qu'un petit nombre d'œufs (généralement de 5 à 10, et au maximum 22, chez les exemplaires que j'ai examinés) ; ces œufs, à coque mince, à petit opercule, mesurent approximativement, en bon état, 114 × 86 μ ; je ne peux pas indiquer de dimensions précises parce que, à une exception près, tous les œufs des individus examinés sont plus ou moins « collapsés » (ces œufs en mauvais état mesurent, par exemple : 108 × 66, 110 × 62, 112 × 76, 114 × 66, 126 × 64 μ).

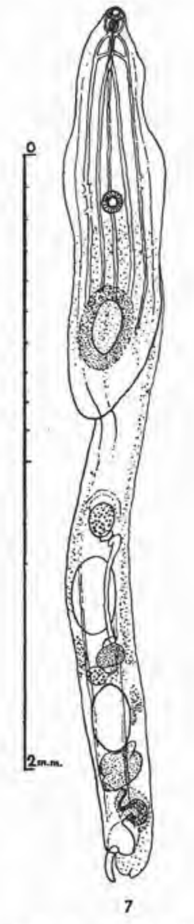


Fig. 7. — *Neodiplostoma* sp., de l'intestin antérieur d'un *Crocodilus cataphractus* G. Cuvier, de Port-Gentil (Gabon). Dissection à Paris, 31 janvier 1931. *Ipse legi.* Spécimen vu par la face ventrale

L'appareil excréteur présente la disposition habituelle chez les *Neodiplostoma ;* les cinq canaux principaux longitudinaux sont bien visibles (au moins dans la région antérieure du corps) et comportent de nombreuses ramifications et anastomoses. Le pore excréteur est à l'extrémité postérieure du corps sur la face ventrale, alors que la cavité de la bourse copulatrice (où se trouve le cône génital) a son ouverture postéro-dorsale.

Je donne ci-dessous les dimensions de quatre individus montés *in toto* après coloration :

	mm.	mm.	mm.	mm.
Longueur totale	2,85	2,85	2,97	3,087
Région antérieure	1,71	1,81	1,56	1,962
Largeur	1,00	0,97	0,71	1,012
Ventouse orale	0,078	0,07 × 0,08	0,050 × 0,064	0,06 × 0,08
Pharynx	0,060 × 0,054	0,060 × 0,050	0,046 × 0,056	0,06
Œsophage	0,110	0,130	0,1	0,14
Ventouse ventrale	0,100 × 0,120	0,096 × 0,110	0,068	0,105
Organe adhésif	0,462 × 0,337	0,500 × 0,337	0,030 × 0,030	0,550 × 0,437
Œufs	Néant.	Néant.	Néant.	114×66 — 86 μ

Ce *Neodiplostoma* se distingue : de *Poirieri* par ses vitellogènes s'étendant dans la région postérieure du corps, son œsophage plus court, sa ventouse ventrale plus rapprochée de l'organe adhésif ; de *siamense* par son œsophage beaucoup plus court, sa ventouse ventrale plus rapprochée de l'organe adhésif ; de *bifurcum* par sa ventouse ventrale plus rapprochée de l'organe adhésif ; ses œufs plus longs (les œufs de *bifurcum* sont longs seulement de 96 μ) ; de *longum* par ses vitellogènes ne s'étendant ni en avant de la ventouse ventrale, ni en arrière du testicule antérieur.

Neodiplostoma Thomasi mihi sera ainsi défini :

Neodiplostoma à œsophage long comme environ deux fois le pharynx, à ventouse ventrale très rapprochée de l'organe adhésif, à vitellogènes s'étendant antérieurement jusqu'au niveau de la ventouse ventrale, postérieurement jusqu'à l'espace intertesticulaire, à œufs mesurant environ 114 × 86 μ. Parasite de l'intestin antérieur d'*Osteolæmus tetraspis* Cope, du Moyen-Congo.

Aucun Trématode n'avait, jusqu'à présent, été signalé chez ce Crocodilien.

Cette nouvelle espèce est nommée en souvenir de mon regretté collègue et ami Jean THOMAS (1890-1932), voyageur naturaliste, qui a rapporté au Muséum de nombreux animaux vivants et des collections zoologiques de l'Afrique occidentale française.

« Neodiplostoma » sp.

(Fig. 7.)

Lors de la dissection, au Muséum (31 janvier 1931 ; 16 février 1931 ; 18 février 1931) de trois *Crocodilus cataphractus* G. Cuvier, rapportés de la région de Port-Gentil (Gabon), par Jean THOMAS, j'ai trouvé des Hémistomes. La première fois et la troisième, un seul exemplaire dans l'intestin antérieur ; la deuxième fois, plusieurs exemplaires dans l'estomac et l'intestin antérieur. Dans chaque cas, le Crocodile était mort dans la soirée, la veille de la dissection, et les Hémistomes furent trouvés macérés, en très mauvais état. Un seul des spécimens récoltés a été à peu près utilisable.

Après coloration et montage *in toto*, ce spécimen présentait les dimensions suivantes :

	mm.
Longueur totale	2,787 (dont 1,325, pour la région antérieure).
Largeur maximum	0,356
Ventouse orale	0,08 × 0,06
Pharynx	0,076 × 0,064
Œsophage	0,080
Ventouse ventrale	0,050
Organe adhésif	0,360 × 0,220

Les vitellogènes étaient très indistincts; l'utérus ne contenait pas d'œufs; l'appareil copulateur était protracté ; l'ovaire, le testicule, le réservoir vitellin, la glande de MEHLIS, la vésicule séminale, la glande prostatique, ne présentaient pas de caractéristiques particulières et occupaient la même position que chez les autres *Neodiplostoma* de Crocodiliens,

S'agit-il de *bifurcum* (Wedl), de *siamense* Poirier, de *Thomasi* mihi, ou d'une nouvelle espèce ? Le mauvais état du spécimen ne m'a pas permis d'en juger ; je ne propose donc pas d'attribution spécifique, attendant, pour me prononcer, l'occasion d'examiner de nouveaux matériaux provenant du même hôte.

Aucun Trématode n'avait, jusqu'à présent, été signalé chez ce Crocodilien.



Au point de vue biogéographique, on peut remarquer que, dans l'état actuel de nos connaissances :

1° Le genre *Polycotyle*, représenté par une seule espèce, n'est connu que d'*Alligator mississippiensis* (Daudin) de l'Amérique du Nord ; ce serait un genre seulement néarctique ;

2° Le genre *Crocodilicola*, représenté par trois espèces, n'est connu que d'*Alligator mississippiensis* Daudin, de l'Amérique du Nord, de *Caiman latirostris* Daudin, du Brésil ; et d'un Chélonien de l'île de Trinitad ; ce serait un genre néarctique et néotropical ;

3° Le genre *Paradiplostoma*, représenté chez les Crocodiliens par une espèce du Brésil, est aussi connu chez des Oiseaux de l'Illinois et du Michigan ; ce serait un genre néarctique et néotropical ;

4° Le genre *Neodiplostoma*, représenté chez les Crocodiliens par cinq (ou six) espèces du Brésil, d'Afrique et d'Asie méridionale [chez des *Crocodilus* (1), *Osteolæmus* et Crocodiliens indéterminés), est représenté chez des Oiseaux d'Europe, d'Afrique égypto-soudanaise et du Brésil ; il existe aussi aux Indes (d'après une forme larvaire : *N. Kashmirianum* Faust, 1927) ; ce serait un genre à la fois des régions paléarctique, éthiopienne, orientale et néotropicale, mais non néarctique.

Il est vraisemblable que, partout où il y a des Crocodiliens, ils sont parasités par des Hémistomes, mais nos connaissances actuelles sont à ce sujet beaucoup trop fragmentaires pour permettre des considérations générales sur la répartition comparée des espèces de Crocodiliens et des espèces d'Hémistomes qui les parasitent ; en outre, on ne peut rejeter catégoriquement, sans preuve expérimentale, l'hypothèse suivant laquelle une même espèce de *Neodiplostoma* pourrait se trouver à la fois chez un Crocodilien et chez un Oiseau.

(1) Il est très possible qu'une même espèce d'Hémistome soit reconnue parasite à la fois d'un *Crocodilus* d'Asie et d'un *Crocodilus* ou Crocodilien d'Afrique ; on sait, en effet, que l'*Echinostoma* décrit par J. Poirier (1886) de *Crocodilus siamensis* Schn. a été identifié par T. Odhner (1910) chez *Crocodilus niloticus* Laurenti du Haut-Nil, et l'on connaît, chez le *Crocodilus palustris* Lesson des Indes, une espèce de Nématode décrite du Crocodile du Nil par Wedl.

BIBLIOGRAPHIE

1888. BRANDES (GUSTAV), Die Familie der Holostomeæ. Ein Prodomus zu einer Monographie derselben (*Inaugural-Dissertation d. h. philosoph. Fac. d. Univ. Leipzig zur Erl. d. Doct.*, Reudnitz-Leipzig, in-8, 1888, 73 pages).

1890. BRANDES (GUSTAV), Die Familie der Holostomiden (*Zool. Jahrbücher. System.*, Bd. V, Heft 4, 24 déc. 1890, p. 549-604, Pl. XXXIX-XLI).

1932. DUBOIS (GEORGES), A propos d'un nouveau genre de Trématode (*Actes Soc. Helvét. Sc. Nat.*, Thoune, 1932, p. 385-386).

1932. DUBOIS (GEORGES), Revision des « Hémistomes » et étude de formes nouvelles [*Bull. Soc. Neuchâteloise Sc. nat.*, t. LVI (1931) ; 1932, p. 375-412, fig. texte A-E, Pl. I-IV, fig. 1-17].

1933. DUBOIS (GEORGES), Revision des Hémistomes (*Rev. Suisse Zool.*, t. XL, nº 11, mai 1933, p. 211-215, fig. 1-12).

1926. LA RUE (GEORGE R.), Studies on the Trematode Family Strigeidæ (Holostomidæ), nº II, Taxonomy. (*Transact. Amer. Microscop. Soc.*, t. XLV, nº 1, janvier 1926, p. 11-19).

1926. LA RUE (GEORGE R.), Studies on the Trematode Family Strigeidæ (Holostomidæ), nº III. Relationships. (*Transact. Amer. Microscop. Soc.*, t. XLV, nº 4, octobre 1926, p. 265-281, Pl. XXIV, fig. 1-7).

1921. MAC CALLUM (G.-A,), Studies in Helminthology (*Zoopathologica*, New-York, I, nº 6, August 1921, p. 135-284, fig. 69-151).

1926. POCHE (FRANZ), Das System der Platodaria [*Arch. f. Naturgesch.* (Jahrg. 1925), Abt. A, t. XCI, Heft 2, janvier 1926, p. 1-240, fig. texte 1-6, Pl. I-III, fig. 1-95 ; Heft 3, mars 1926, p. 241-458, fig. texte 7-16, Pl. IV-VII, fig. 96-126].

1886. POIRIER (JUSTIN), Sur les Diplostomidæ (*Arch. Zool expér. et génér.*, 2e sér., t. IV, 1886, p. 327-346, Pl. XVIII-XX).

1930. VAN HAITSMA (J. P.), Studies on the Trematode Family Strigeidæ (Holostomidæ), nº XX : *Paradiplostomum ptychocheilus* (Faust) (*Transac. Amer. Microscop. Soc.*, t. XLIX, nº 2, avril 1930, p. 140-150, Pl. XV-XVI, fig. 1-5, 6-13).

1870. WILLEMOES-SUHM (RUDOLPH VON), Ueber einige Trematoden und Nemathelminthen (*Inaug. Dissert. vorgelegt einer h. philos. Fak. z. Göttingen den 19 Febr. 1870*, Leipzig, in-8, 29 p., Pl. XI-XIII ; *Zeitschr f. wiss. Zool.*, Bd. XXI, Heft 2, 15 juin 1871, p. 175-203, Pl. XI-XIII).

1861. WEDL (KARL), Zur Helminthenfauna Ægyptens (II Abth.) (*Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien.*, *math.-naturwiss. Classe*, Bd. XLIV, Heft 9, 1861, p. 463-482, Pl. I-III, fig. 1-42).

NOTE AJOUTÉE LORS DE LA CORRECTION DES ÉPREUVES. — Je viens de recevoir de M. Georges DUBOIS un travail intitulé « Contribution à l'étude de quelques parasites de l'ordre des *Str g:a'oidea* » (*Revue suisse de zoologie*, XLII, nº 1, janv. 1935, p. 1-19, fig. 1-5). Dans ce travail, G. DUBOIS (p. 7-13, fig. 1) redécrit *Crocodilicola pseudostoma* (Willemœs-Suhm, 1870) d'après des exemplaires originaux conservés à l'Institut zoologique de Königsberg (Prusse) et les paratypes déposés au Musée zoologique de Munich (Bavière). G. DUBOIS supprime son *Neodiplostomum poirieri* G. Dubois 1932, qu'il considère comme devant être réuni à *C. pseudostoma* (Willem.-Suhm). En outre, G. DUBOIS redécrit, comme espèces séparées, dans le genre *Crocodilicola*, les *Diplost. brevis* G.-A. Mac Callum et *Diplost. cinosterni* G.-A. Mac Callum, d'après les exemplaires originaux [trouvés ensemble dans un *Cinosternum scorpioïdes* (L.) du Jardin zoologique de New-York] conservés au « Bureau of Animal Industry » de Washington.

Chaire
d'Agronomie Coloniale

(Fondation du Ministère des Colonies)

Professeur : Monsieur Aug. CHEVALIER



LE PÈRE PLUMIER

Source : MNHN, Paris

Guy-Crescent Fagon

Protecteur de la Botanique et les Genres qui lui ont été dédiés

Par AUG. CHEVALIER

L'un des hommes qui ont marqué de la plus forte empreinte le Jardin du Roi, devenu le Muséum National d'Histoire naturelle actuel, est incontestablement Guy-Crescent FAGON, premier médecin de Louis XIV. De tous les surintendants et intendants de l'Ancien Régime qui administrèrent notre vieux Jardin des Plantes, il n'en est pas qui se soient intéressés aux plantes avec plus de dévouement. Quand il prit le Jardin en mains, la Botanique ne constituait encore qu'une branche de la médecine. Quand il mourut, grâce aux hommes dont il avait su s'entourer, TOURNEFORT, PLUMIER, VAILLANT, DANTY D'ISNARD, ANTOINE DE JUSSIEU, elle était devenue une science véritablement autonome, et elle n'a plus cessé de progresser. Les ouvrages publiés par FAGON sont assez insignifiants, mais il a servi la Science des Plantes avec tant d'ardeur, il sut faire un choix si heureux de ses collaborateurs, encourager les voyageurs-naturalistes et les soutenir auprès du roi avec tant d'obstination que son passage à notre Jardin des Plantes a laissé des traces ineffaçables. Il nous intéresse aussi à un autre point de vue. Au moment où nous cherchons à tirer un meilleur parti de tous les produits végétaux de nos colonies, il faut nous souvenir qu'il fut l'un des premiers grands médecins français, non seulement à encourager l'usage du Thé, du Café, du Quinquina et de tous les produits thérapeutiques que fournissent les pays chauds, mais encore il soutint avec la plus grande ardeur tous ceux qui, à son instigation, se rendaient dans les pays lointains, pour étudier ces produits et pour découvrir de nouvelles plantes utiles et les rapporter sèches ou vivantes pour les collections du Jardin du Roi et en faire connaître les propriétés. Enfin, comme nous l'avons montré naguère, en faisant transporter au Jardin Royal le premier Caféier donné à Louis XIV, il a contribué à l'introduction de cette plante dans nos vieilles colonies.

PREMIÈRE PARTIE

LA VIE DE FAGON

Le Jardin du Roi était encore à ses débuts lorsque FAGON y naquit le 11 mai 1638. Son oncle, Guy DE LA BROSSE, avait fait acquérir par le Roi une propriété sise au Faubourg Saint-Victor, pour y créer un *Jardin des Plantes médicinales*. Depuis environ dix années, il travaillait à l'aménagement de ce terrain lorsque FAGON vit le jour dans le Jardin des Plantes même. M. DE LA BROSSE avait en effet conservé sous son toit sa sœur Louise, dont le mari était aux armées, lorsqu'elle mit au monde le jeune Guy, qui fut baptisé à l'église Saint-Médard.

« Ainsi, a dit FONTENELLE, M. FAGON naquit dans le Jardin Royal et presque en même temps que lui. Les premiers objets qui s'offrirent à ses yeux, ce furent des plantes; les premiers mots qu'il bégaya, ce furent des noms de plantes ; la langue de la botanique fut sa langue maternelle. »

Les DE LA BROSSE descendaient d'une vieille famille bretonne et, suivant M. Henri FRÈRE et le Dr P. HÉLOT, l'arrière-grand-père de FAGON était N. FAGON, fermier du Camboust de Coaslin en Bretagne (1). Son père, Henry FAGON, était commissaire ordinaire des Guerres et souvent parti aux armées; il s'était marié en 1637 et vivait séparé de biens d'avec sa femme, lorsqu'il fut tué en 1642 au siège de Barcelone, de sorte que le jeune Guy le connut à peine. Guy DE LA BROSSE était mort lui-même le 31 août 1641, ayant tout juste achevé la plantation du Jardin. Le jeune FAGON fut élevé par son parent Louis DE LA BROSSE et par sa mère, qui continuèrent à vivre dans la maison du Jardin des Plantes. Les DE LA BROSSE et les FAGON n'étaient pas riches. A la mort de Guy DE LA BROSSE, la surintendance du Jardin avait été attribuée à Michel BOUVARD DE FOURQUEUX.

Le jeune FAGON, rapporte le Dr J. NOIR, ne put faire ses études que grâce aux libéralités d'un professeur philanthrope, Germain GILLOT, qui prévit chez cet enfant une intelligence supérieure. FAGON garda toute sa vie le plus reconnaissant souvenir de son bienfaiteur. Il fit ses études au collège du Plessis-Sainte-Barbe, puis les continua aux Écoles de médecine de la rue de la Bûcherie, où il fut reçu docteur le 6 décembre 1664, à vingt-six ans. A ce moment, il entreprit des voyages en Auvergne, en Languedoc, en Provence, sur les Alpes et les Pyrénées, afin d'y rassembler des plantes vivantes pour le Jardin Royal. Antoine VALLOT, devenu archiatre, c'est-à-dire premier médecin du Roi, et ayant succédé à BOUVARD comme surintendant du Jardin, avait entrepris de relever celui-ci, tombé dans un grand abandon depuis la mort de Guy DE LA BROSSE, par suite des négligences de COUSINOT et VAUTIER, qui en étaient chargés. Dès que FAGON fut reçu médecin, il lui confia la chaire de Chimie d'abord, puis la place de sous-démonstrateur de Botanique, où il succéda à Denis JONCQUET.

VALLOT publia en 1665 son *Hortus Regius*, « Catalogue de toutes les plantes du Jardin

(1) M. HAMY pense que les DE LA BROSSE descendaient d'une vieille famille protestante fixée depuis longtemps à Paris.


GUY CRESCENT FAGON.
I.er Medecin du Roy.
Né a Paris le 11. May 1638. Mort le 11. Mars 1718.

FIG. 1.

qui allaient à plus de 4 000 ». FAGON avait pris la principale part dans sa rédaction et avait inséré en tête un petit poème de 200 vers latins signés de lui et dédiés au Roi.

A. JAL a publié en 1872 (*Dictionnaire critique de Biographie et d'Histoire*, 2e éd., p. 559) un édit de Louis XIV, du 31 juillet 1671, nommant le sieur FAGON « nostre amé et féal conseiller et médecin ordinaire, en la charge de démonstrateur et professeur des plantes et simples médicinales dudit Jardin Royal pour en faire la démonstration et explication de leur usage dans la médecine à tous les jeunes médecins, apothicaires, chirurgiens et autres aux temps et jours ordonnez par les premiers médecins ». Il succédait ainsi à JONCQUET (1).

« La réputation du jeune docteur, écrit le Dr NOIR, était déjà très grande. Louis XIV l'avait appelé en 1668 à la Cour comme médecin de la Dauphine, puis, quelques semaines après, on lui donna le titre de médecin de la reine Marie-Thérèse d'Autriche. Il devint rapidement le protégé de Mme DE MAINTENON, et c'est à elle qu'il dut la faveur dont il fut bientôt entouré à Versailles. »

Dès ce moment, il établit la liaison entre la Cour et le Jardin Royal. Il attire près de lui les médecins qui ont le goût de la Botanique, il encourage et soutient les voyageurs qui partent dans les pays lointains pour y étudier les plantes. A l'aide des produits végétaux qui sont rapportés par ces voyageurs, il crée au Cabinet du Roi le « Droguier de Fagon », qu'ADANSON citait soixante-quinze ans plus tard comme la seule collection intéressante existant encore au Jardin Royal du temps de BUFFON (2).

Le 20 octobre 1678, par un brevet du Roi, FAGON fut encore nommé médecin du régiment des gardes suisses, à la tête duquel était placé comme colonel général le très jeune duc du Maine.

En 1680, on lui donnait le titre de « démonstrateur de l'intérieur des plantes du Jardin Royal ».

Le 16 novembre 1693, lors de la disgrâce de D'AQUIN, neveu par alliance de VALLOT, FAGON fut choisi par Louis XIV comme premier médecin.

« D'AQUIN, qui n'était ni un naturaliste, ni un savant, n'avait pas succédé à VALLOT lors de sa mort en 1671 comme surintendant du Jardin du Roi. COLBERT, qui avait eu d'ailleurs à se plaindre de l'administration de VALLOT à la fin de sa vie, avait réuni la surintendance du Jardin du Roi à celle des bâtiments royaux dont il était pourvu. D'AQUIN, passé au second plan, n'était plus qu'intendant. FAGON inspira assez de confiance pour que la surintendance du Jardin fût rétablie en sa faveur, et COLBERT conserva la seule surintendance des bâtiments.

« L'Académie des Sciences le choisit en 1688 comme membre honoraire.

« Tout le monde applaudit à l'élévation de FAGON aux importantes charges de la Cour. Comme il était généreux, juste et intègre, un de ses premiers actes fut de diminuer les revenus de sa charge, qui avaient été fort augmentés par D'AQUIN, et de renoncer au droit

(1) M. BULTINGAIRE nous fait remarquer que, malgré les termes de l'édit cité par JAL, FAGON n'a pu être nommé en 1672 que sous-démonstrateur des plantes à la place occupée avant lui par Vespasien ROBIN, puis par Denis JONQUET. L'édit du 31 juillet 1671 est un édit qui n'a sans doute pu être appliqué. FAGON resta encore de nombreuses années sous-démonstrateur.

(2) Ce Droguier avait déjà disparu en 1786, et nous n'avons pu en retrouver la trace.

qu'il avait de toucher une redevance pour les nominations aux chaires de la Faculté. » (Dr Noir.)

Lorsqu'il mourut, ses deux fils, l'un évêque de Lombez, l'autre, Louis Fagon, conseiller d'État, ne reçurent qu'un héritage assez faible, tant il avait aidé largement toute sa vie, de ses propres deniers, le Jardin Royal et la Botanique.

Devenu premier médecin de Louis XIV, comblé d'honneurs, Fagon ne put plus accorder beaucoup de temps à la Botanique. Il avait été obligé, du reste, de quitter sa maison du Jardin des Plantes pour venir habiter à Marly, à proximité du Château du Roi, afin d'être plus à même de donner ses soins à la Cour. Il continua pourtant à s'intéresser aux recherches des savants placés par lui à la tête de l'établissement qu'avait fondé son oncle maternel.

Le Dr E. Bonnet a publié les lettres écrites à Fagon par Tournefort au cours de son voyage dans le Midi et en Catalogne, de 1685 à 1687. Les termes techniques employés montrent que l'archiatre était très au courant de la flore de ces contrées, qu'il avait lui-même parcourues vingt-deux ans plus tôt.

Une amitié étroite liait les deux hommes.

Le 16 octobre 1694, onze médecins provinciaux furent admis au baccalauréat et au principium à la Faculté de Paris. Parmi eux, il y avait Tournefort, docteur de Montpellier. Il soutint sa thèse cardinale le 25 novembre 1695, sous la présidence de Fagon. Elle fut soutenue avec un grand apparat. Le manuscrit avait été recouvert d'un verre de Bohême et orné de dorures. Au frontispice était le portrait de Fagon, avec une épître d'une trentaine de lignes exaltant ses mérites, et au bas était un quatrain de Santeuil. Fagon, à cette occasion, offrit un dîner splendide dans son appartement du Jardin du Roi.

Tournefort et Santeuil étaient au nombre des invités ainsi que les bacheliers (Dr A. Corlieu). On sait que Tournefort ne survécut que quelques années à son célèbre voyage dans le Levant ; il mourut en 1708, dix ans avant son grand protecteur.

DEUXIÈME PARTIE

FAGON ET LA BOTANIQUE

Fagon a peu publié. On connaît sa thèse sur la Circulation du sang. Dans un livre de Talbot sur le Quinquina, il a inséré *De nouvelles réflexions pour se servir utilement du Quinquina*. En 1699, il publia une thèse en latin sur les effets du Tabac.

Il laissa la Cour propager l'usage du sucre, du café, du thé, du chocolat. Il fut donc en quelque sorte le vulgarisateur de ces produits que nous appelons aujourd'hui denrées coloniales. Mais lui-même s'en abstenait. « Sa santé, ou plutôt sa vie, a écrit Fontenelle, ne se soutenait que par une extrême sobriété, par un régime presque superstitieux... Sujet à de grandes incommodités, surtout à un asthme violent... il a toujours souffert ses longues et cruelles infirmités avec tout le courage d'un sage physicien qui sait à quoi la machine du corps humain est sujette et qui pardonne à la nature. »

L'histoire nous renseigne sur les soins qu'il donnait à Louis XIV. On a beaucoup

reproché à Fagon d'avoir prodigué au grand Roi saignées, purgations et émétique. Il ne faut pas perdre de vue que son royal malade s'alimentait d'une manière déplorable : il était mangeur insatiable et grand buveur. FAGON lui imposa fréquemment un régime d'alimentation végétale modérée, et ce n'est certes pas cela qui tua Louis XIV (1). En réalité, il prescrivait surtout au Roi des remèdes végétaux, les uns peut-être anodins, d'autres incontestablement efficaces.

Pendant longtemps, il fit prendre au Roi du Quinquina en bol « au poids d'un écu à chaque prise, dans du vin »; il le guérit ainsi de la fièvre paludéenne contractée au cours de ses parties de chasse dans les marais de Marly et de Versailles.

Les purgations, qui n'étaient généralement administrées que tous les mois, consistaient en Manne et en Rhubarbe dans du bouillon de poulet, en lavements dans lesquels entraient la pulpe de Casse du Levant (*Cassia acutifolia* Delile), la Manne (produit du *Fraxinus Ornus* L. var. *mannifera*), dissoute dans la décoction de racine de Guimauve. La goutte était traitée par du beaume Fioravanti camphré. Pour les troubles gastro-intestinaux, il faisait prendre un mélange, à parties égales, de teinture de Véronique (*Veronica officinalis* L.) et de Sauge de Provence (*Salvia officinalis* L.). Il faisait prendre aussi au Roi un breuvage appelé *rossolis*, consistant en vin d'Espagne, dans lequel on avait infusé des semences de plantes aromatiques, auquel on ajoutait du sucre candi dissous dans l'eau de Camomille (*Anthemis nobilis* L.). Quand Louis XIV fut atteint de furonculose, FAGON ordonna des cataplasmes de pulpes de Mauve et de Guimauve, d'oignons de Lis (*Lilium candidum* L.) et de Telephium (*Sedum Telephium* L.) ; pour la gravelle, il lui fit boire tous les jours trois verres d'infusion à froid de graines de Lin. Fréquemment il lui prescrivit une nourriture frugale composée de légumes et de fruits. Le potager de Versailles en fournissait abondamment ; on servit même à la Cour des fruits exotiques : des Oranges, des Bananes et des Ananas mûris dans les orangeries et serres de La Quintinie. FAGON prescrivit à certains moments les cures de fruits et proscrivit les sucreries et le vin pur. Il fit la guerre aux charlatans et aux empiriques qui voulaient soigner le Roi par des remèdes secrets.

A la mort de Louis XIV, survenue le 1er septembre 1715, FAGON, âgé de soixante-dix-sept ans, dut abandonner sa charge de premier médecin du Roi et fut remplacé par POIRIER auprès de Louis XV. Il revint s'installer au Jardin des Plantes, dans l'ancienne demeure de Guy DE LA BROSSE, où il était né.

« Il y vécut, a écrit SAINT-SIMON, toujours solitaire, dans l'amusement continuel des sciences et des belles-lettres et des choses de son métier, qu'il avait beaucoup aimées. »

Il y retrouva ses jeunes collaborateurs, VAILLANT et Antoine DE JUSSIEU. Il eut la joie de se voir entouré de ses disciples, avec la certitude qu'ils continueraient son œuvre ; sa femme s'éteignit en avril 1717. Il mourut moins d'un an après, le 11 mars 1718. SAINT-SIMON rapporte que, « devenu croyant et pratiquant sur ses vieux jours, FAGON contracta au retour de la messe de minuit la maladie qui devait l'emporter ». Il fut enterré dans l'église de Saint-Médard, mais sa sépulture n'a pas été conservée.

(1) M. Louis BERTRAND, de l'Académie française, avec une certaine légèreté lui ayant valu des critiques sérieuses, a reproché à FAGON d'avoir été un mauvais médecin et d'avoir contribué à abréger la vie de Louis XIV. Des médecins éminents ont protesté contre ces accusations.

VAILLANT le suivit dans la tombe quatre ans plus tard, en 1722, alors qu'il n'était âgé que de cinquante-trois ans.

Désormais, pendant plus d'un siècle, la famille des DE JUSSIEU allait régner sur la partie botanique du Jardin des Plantes, en l'améliorant progressivement, mais à un rythme moins grand qu'on ne pourrait le supposer. En 1665, au début de la carrière scientifique de FAGON, on avait recensé 4 000 espèces ou variétés de plantes cultivées dans le Jardin. En 1765, au moment de la publication des « Familles naturelles » d'ADANSON, on n'y comptait encore que 5 000 espèces, et l' « Herbier Vaillant » avec la « Droguier Fagon » étaient les seules collections botaniques existant dans le Cabinet du Roi.

Le grand mérite de FAGON fut de savoir s'entourer d'hommes compétents ; il fut toujours heureux dans le choix de ses protégés. On sait peu de chose sur la part personnelle qu'il prit à l'aménagement et à l'enrichissement du Jardin Royal.

En 1664-1665, aussitôt après la soutenance de sa thèse, il s'en occupa sans doute activement et y réunit de nombreux végétaux rapportés de ses voyages dans le Midi et dans les montagnes. C'est à cette époque qu'il s'assimila les ouvrages de son temps sur les plantes et qu'il acquit une expérience personnelle des expéditions botaniques ; aussi, il put par la suite donner d'utiles conseils aux voyageurs-naturalistes qu'il faisait envoyer au loin par le Roi pour récolter et observer de nouvelles plantes.

Lorsque SURIAN fut chargé d'une mission aux Antilles, en 1689, FAGON obtint du Roi que le Père Charles PLUMIER l'accompagnerait pour étudier et dessiner les plantes de cette contrée. PLUMIER mourut en 1704, après avoir effectué trois voyages en Amérique, laissant des travaux botaniques considérables et d'une intestimable valeur.

FAGON fut aussi le protecteur du Père Louis FEUILLÉE, qui, de 1707 à 1711, visita les côtes du Chili et du Pérou et en rapporta, outre des travaux d'astronomie, une *Histoire naturelle des Plantes médicinales* en deux volumes.

Enfin, en 1704, FAGON fit envoyer Augustin DE LIPPI dans le Sud de l'Égypte, en Nubie et en Abyssinie, où il mourut à vingt-six ans. Son herbier et les descriptions manuscrites de ses plantes se trouvent au Muséum.

C'est à FAGON que l'on doit la découverte de Joseph PITTON DE TOURNEFORT, l'un des pères de la Botanique française. Il avait pu apprécier la valeur de ce jeune botaniste, né à Aix-en-Provence, et rencontré dans le Midi au cours d'un de ses voyages. Il le fit venir à Paris comme suppléant, et il se démit plus tard en sa faveur de sa chaire de Botanique. Il le fit envoyer par le Roi (1) en Andalousie et au Portugal, où il découvrit notamment les Cyprès dits de l'Inde (*Cupressus lusitanica* Miller), en réalité originaires du Mexique, plantés dans le parc du monastère de Bussaco et que l'on montre encore aux touristes. Enfin, il lui fit confier en 1699 sa fameuse mission du Levant, où, accompagné du peintre AUBRIET et du Dr GUINDELSHEIMER, TOURNEFORT visita Candie, l'Archipel, Constantinople, l'Arménie, la Géorgie, le mont Ararat, Angora, Smyrne, Éphèse et l'Égypte. Avant son départ, il publia les *Institutiones* (1700), un des plus beaux ouvrages de la littérature botanique.

FAGON plaça aussi au Jardin Royal, pour diriger les cultures, Sébastien VAILLANT,

(1) En réalité, par LOUVOIS, qui avait succédé à COLBERT comme surintendant des Bâtiments et du Jardin Royal. C'est en 1693 seulement que FAGON devint intendant du Jardin Royal et qu'il remit sa chaire de Botanique à TOURNEFORT.

né près de Pontoise, en 1669, d'abord organiste, puis chirurgien, enfin disciple de TOURNEFORT ; il publia la première Flore des environs de Paris en 1707. FAGON fit lui-même les frais d'une exploration botanique de la Normandie et de la Bretagne, confiée à VAILLANT et à DANTY D'ISNARD (Dr GIDON).

La place de TOURNEFORT fut donnée l'année suivante à ce même DANTY D'ISNARD, qui ne fit qu'un seul cours et mourut en 1709, laissant des travaux systématiques intéressants.

Enfin, c'est encore FAGON qui découvrit Antoine DE JUSSIEU, de Lyon, élève de MAGNOL et de GOUFFON, et le fit venir à Paris après avoir examiné ses collections ; il le fit nommer en 1709, à vingt-trois ans, professeur de Botanique au Jardin Royal. On sait que FAGON lui fit confier l'entretien et l'étude du pied de Caféier qui avait été envoyé à Louis XIV. Cette étude parut en 1715, et Antoine DE JUSSIEU fut ainsi célèbre de très bonne heure. Il parcourut en 1716, accompagné de son frère Bernard, alors âgé de dix-sept ans, le Midi de la France et une partie de l'Espagne, à la recherche de plantes pour le Jardin Royal, ainsi que l'avaient fait autrefois FAGON lui-même et TOURNEFORT. Ce voyage fut effectué sous les auspices du Roi et du Régent, mais sur la recommandation de FAGON.

C'est au cours de ce voyage que A. DE JUSSIEU découvrit, aux environs de Saint-Étienne, les premières empreintes de Fougères permo-carbonifères. Quelques années plus tard, en 1722, Bernard DE JUSSIEU entrait officiellement au Jardin Royal et devait y rester jusqu'à sa mort, en 1777.

Les travaux botaniques publiés par FAGON sont pour ainsi dire inexistants, ce qui n'a rien de surprenant, étant donnée la vie qui lui était imposée, plus occupé à l'action qu'à la découverte et à la méditation scientifique, en outre absorbé par sa charge de premier médecin du Roi.

L'*Hortus regius* publié en 1665 est en partie de lui.

Sa thèse sur la Circulation du sang est en avance sur son temps.

En 1705, il publie ses *Réflexions pour se servir utilement du Quinquina.*

En 1710 voient le jour ses « Observations sur le Bled cornu ou Ergot et sur l'espèce de gangrène qu'il procure à ceux qui en mangent la farine ».

On doit aussi à FAGON l'inspiration de thèses soutenues par trois de ses élèves : la première sur les admirables qualités du Quinquina (1703), la seconde sur l'utilité du Café pour les gens de lettres, la troisième sur les inconvénients du Tabac.

Sur la fin de sa vie, il fut en relations avec RÉAUMUR, encore adolescent, et s'intéressa notamment à la soie d'Araignée étudiée par le jeune savant (communication du Dr TORLAIS).

Tout cela, en réalité, est peu de choses en comparaison des services rendus par FAGON à la science en appelant auprès de lui ou en encourageant PLUMIER, TOURNEFORT, VAILLANT, A. DE JUSSIEU, AUBRIET, en leur faisant accorder des missions lointaines et en s'attachant à faire publier leurs travaux. Il fut aussi un des premiers Français à comprendre l'importance des pays tropicaux et des colonies en particulier, comme source de produits utiles à l'Homme, et le premier il décida le Roi à faire commencer l'étude de ces produits. La chaire d'Agronomie coloniale, créée récemment au Muséum, a donc en lui un lointain précurseur.

TROISIÈME PARTIE

LES GENRES DE PLANTES DÉDIÉS A FAGON

Plusieurs savants ont témoigné leur reconnaissance ou leur admiration à FAGON en attachant l'un ou l'autre de ses noms à l'appellation de quelques genres nouveaux de plantes. Cette manière d'honorer les savants était hautement appréciée au XVIIIe siècle. LINNÉ éprouva une joie immense quand GRONOVIUS baptisa *Linnæa* une humble plante des régions boréales et des montagnes du Centre de l'Europe.

RÉAUMUR, d'habitude très gêné quand on le complimentait sur ses travaux, écrivit à M. de SAUVAGES, professeur en médecine à Montpellier, pour le remercier d'avoir créé le genre *Reaumuria* : « Quand je serais assez philosophe pour n'être pas touché de savoir que je serai souvent nommé, quand il me sera possible de l'entendre, au moins devrai-je en être très flatté et pénétré de reconnaissance comme je le suis de la célébrité que vous avez donnée à mon nom. »

Ce fut TOURNEFORT qui commença à honorer le nom de FAGON en créant en 1700 le genre *Fagonia* dans ses *Institutiones rei Herbariæ* (t. I, p. 265, et t. II, fig. 141) pour une plante qu'il avait observée dans l'île de Crète.

Il fait suivre la description de la remarque suivante : « *Fagoniam appellavi ut illustrissimæ viro D. D. Fagoni Archiatrum Comiti quo reddere beneficia nequeo, memori mente persolverem.* »

LINNÉ, dans son *Systema* de 1735 et dans le *Species Plantarum* de 1753, a conservé heureusement le genre *Fagonia*, admis aujourd'hui par tous les botanistes et renfermant près de 50 espèces connues.

A la vérité, la plante trouvée par TOURNEFORT n'était pas absolument nouvelle. Les BAUHIN l'avaient déjà signalée sous le nom de *Trifolium spinosum Creticum*. Le mérite de TOURNEFORT fut de constater qu'elle s'éloignait beaucoup des Trèfles et qu'elle méritait de constituer un genre nouveau : *Fagonia*.

Il distingue deux espèces, l'une, *Fagonia Cretica spinosa*, vit dans les îles de la Méditerranée (plus tard elle fut trouvée dans un grand nombre de régions); l'autre, *F. hispanica non spinosa*, vit dans le Sud-Ouest de l'Europe. On sait aujourd'hui que les deux formes appartiennent à la même espèce *F. Cretica* L.

En 1704, LIPPI en découvrit une nouvelle espèce conservée dans l'Herbier du Muséum, récoltée en Égypte aux environs du Caire, et étiquetée de la main de LIPPI : *Fagonia memphytica trifolia procerior spinis prælongis horrida magno flore violaceo*. Cette autre espèce a été nommée *F. arabica* Miller.

En 1768, N.-L. BURMANN décrit l'espèce *F. indica*, probablement synonyme aussi de *F. arabica* Miller.

En 1764, ADANSON plaçait le genre *Fagonia* dans la famille des Jujubiers. A.-L. DE JUSSIEU, en 1789, l'a placé dans les Rutacées. Il est rattaché aujourd'hui à la famille des Zygophyllées.

Au cours du XIXe et du XXe siècle, un grand nombre d'espèces nouvelles de Fagonias ont été découvertes en diverses régions du globe, mais toujours dans des régions arides,

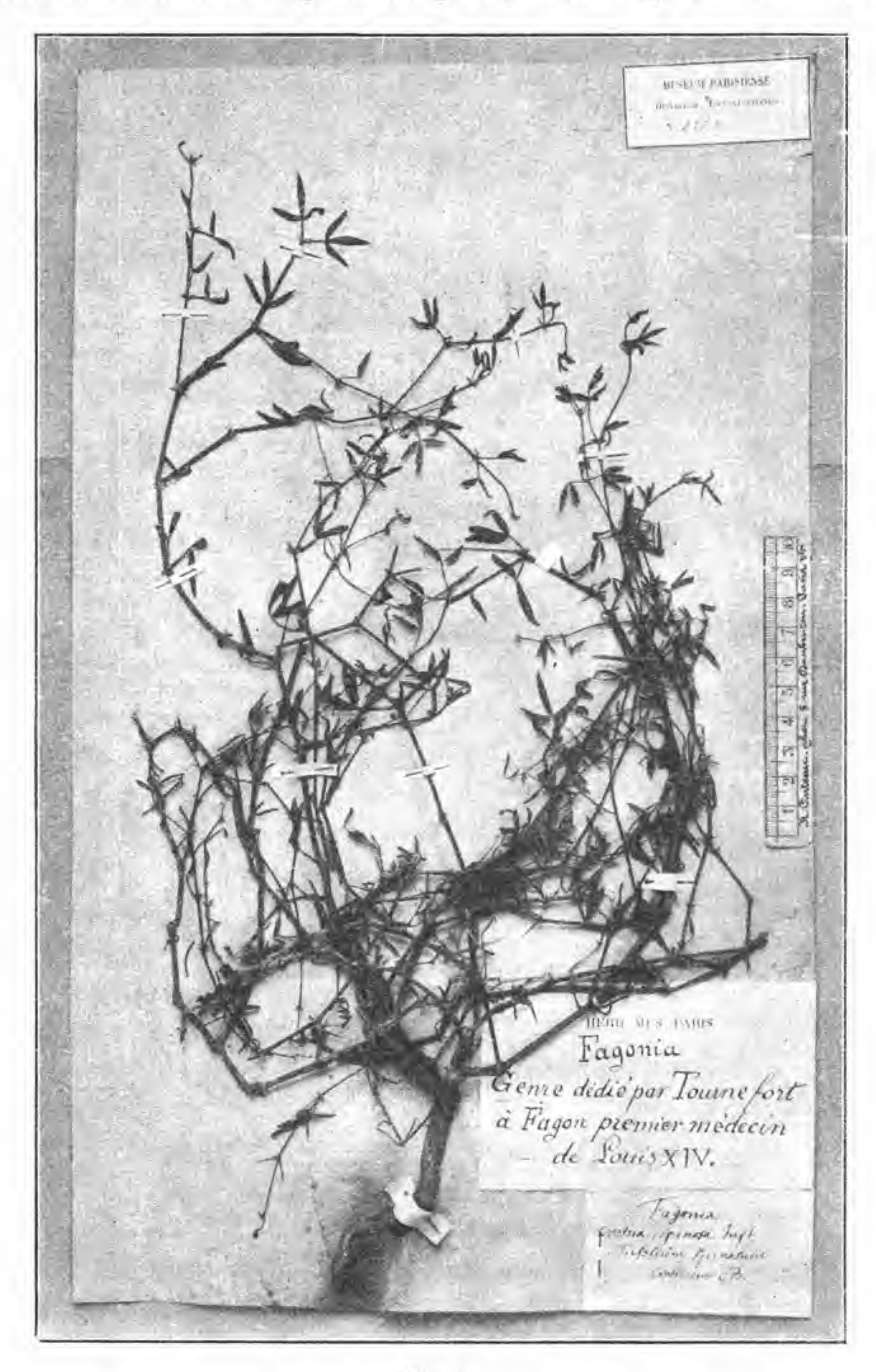


Fig. 2.

extrêmement sèches. Les Fagonias sont les meilleures caractéristiques des déserts secs et chauds. Le Sahara et l'Arabie sont leur centre de dispersion.

Ce sont de petites plantes herbacées ou subligneuses, souvent épineuses, formant parfois des touffes très ramifiées et très denses, à port de Bruyère, parfois aussi couchées sur

le sol et ramifiées en fausse dichotomie. La plupart des espèces sont annuelles et ont même une vive éphémère ; quelques-unes sont vivaces, par exemple *F. microphylla* Pomel, du Sud algérien, qui forme un petit arbuste éphédroïde dont les branches peuvent avoir la grosseur du doigt. Au point de vue géographique, les espèces connues se répartissent ainsi :

1. *Espèce ubiquiste.*

F. cretica L. Pourtour de la Méditerranée, Canaries, îles du Cap-Vert, Amérique du Sud tempérée.

2. *Espèces du Nord de l'Afrique* (*Algérie, Tunisie, Libye, Égypte*).

F. cretica L., *F. Bruguieri* D. C., *F. arabica* Mill., *F. glutinosa* Delile, *F. Kahirina* Boiss., *F. isotricha* Murb., *F. latifolia* Del. = *F. virens* Coss., *F. microphylla* Pomel = *F. fruticans* Cosson, *F. parviflora* Boiss., *F. Thebaica* Boiss.

3. *Espèces du Sahara central.* (D'après René MAIRE.)

F. latifolia Del. = *F. virens* var. *pinguis* Chevallier (Sahara, Égypte).
F. Flamandi Batt. : Sahara central, Tadmaït, Hoggar, Mouydir.
F. glutinosa Del. — Mauritanie, Sahara, Égypte, Palestine.
F. isotricha Murbeck. — Sahara central et septentrional.
F. Bruguieri DC. — Sahara, Mauritanie, Égypte, Syrie, Iran.
F. Jolyi Batt.
F. arabica L.
F. microphylla Pomel variétés *fruticans* (Coss.) et *decumbens* (Batt.).

4. *Espèces du Nord-Ouest de l'Afrique* (*Maroc*).

F. cretica L., *F. Kahirina* Boiss., *F. glutinosa* Delile, *F. longispina* Batt., *F. zilloides* Humbert, *F. harpago* Emberger et Maire (les trois dernières endémiques).

5. *Espèces de Mauritanie et de la colonie du Niger.*

F. Jolyi Batt., *F. glutinosa* Del., *F. Bruguieri* DC.

6. *Espèces des Canaries, des Salvages et de l'Archipel des îles du Cap-Vert.*

F. cretica L. — Canaries, Cap Vert, Salvages.
F. latifolia Delile — Sao-Antão.
F. Mayana Schlecht. — Iles de Maio et Boa Vista.
F. trifolia Riedlé Ms. — Canaries.

7. *Espèces de Syrie.*

F. cretica L.
F. arabica L.
F. persica DC.
F. Bruguieri DC.

8. *Espèces de l'Inde.*

F. arabica L.
F. mysorensis Roth.
F. montana Miq.

9. *Espèces d'Arabie.* (D'après Et. BLATTER. Flora Arabica, in *Records of the Bot. Survey of India*, vol. VIII, n° 1, p. 97-101, Calcutta, 1919.)

F. acerosa Boiss. — Mascate.
F. Arabica L. — Sinaï, Tripolitaine, Égypte, Palestine, Arabie.
F. Bruguieri DC. — Algérie, Arabie, Syrie, Mésopotamie, Perse.
F. cretica L. — Pourtour Méditerranée, Sud-Amérique.
F. glabra Krause. — Aden.
F. glutinosa Delile. — Arabie, Égypte, Algérie, Palestine, Inde.
F. grandiflora Boiss. — Arabie, Égypte.
F. Kahirina Boiss. — Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Égypte, Sinaï, Syrie.
F. Lahovarii Volkens et Schwf. — Arabie, Somaliland.
F. latifolia Del. — Algérie, Tunisie, Égypte, Sinaï.
F. Luntii Baker. — Arabie.
F. mollis Del. = *F. cistoïdes* Del. — Arabie, Égypte, Sinaï.
F. myriacantha Boiss. = *F. Schimperi* Presl. — Arabie, Aden.
F. nummularifolia Baker. — Arabie.
F. Olivieri DC. — Arabie, Syrie.
F. parviflora Boiss. — Aden et Côte de Nubie.
F. sinaïca Boiss. — Sinaï.
F. socotrana Schwf. — Socotra, Arabie.
F. tenuifolia Hochst. et Steud. — Arabie.

10. *Espèces du Nouveau Monde.* [D'après C. P. STANDLEY, The American Species of Fagonia (*Proceed. of the Biol. Soc. of Washington*, t. XXIV, 1911, p. 243-250).]

F. scoparia Brandegie. — Californie, Coahuila.
F. palmeri Vasey et Rose. — Basse-Californie.
F. viscosa Rybd. — Sonora, Mexique.
F. pachyacantha Rybd. — Basse-Californie (Diguet).
F. insularis Standley. — Basse-Californie, île Carmen.
F. rosei Standley. — Californie, île Tubiron.
F. aspera C. Gay. — Chili et Pérou.
F. Barclayana (Benth.) Rydb. — Baie de Magdalena, Basse-Californie.
F. Californica Benth. — Californie, Arizona, Utah.
F. Chilensis Hook. et Arn. — Atacama et Coquimbo, Chili.
F. lævis Standley. — Arizona, Californie, Basse-Californie.
F. longipes Standley. — Arizona.

L'existence d'espèces de Fagonias dans les pays tropicaux et subtropicaux de l'Amérique sur le versant Pacifique, espèces très affines de celles qui vivent dans les déserts de l'Ancien Monde, pose un problème de géographie botanique des plus embarrassants. On peut se demander si le genre *Fagonia*, avec les espèces actuelles ou des formes voisines, existait déjà à l'époque secondaire quand l'Ancien et le Nouveau Monde étaient reliés. Il est plus probable que les graines ont été portées du Sahara en Amérique par le vent ou les oiseaux, en passant par des terres atlantiques, dont certaines sont probablement disparues. L'existence actuelle de Fagonias aux Canaries et dans les îles du Cap-Vert tend à appuyer cette hypothèse.

Quoi qu'il en soit, les Fagonias, avec quelques autres Zygophyllées, sont aujourd'hui les plantes les plus caractéristiques des déserts chauds de l'Ancien Monde. Certaines espèces

s'avancent jusqu'au cœur du Sahara, dans des régions où il ne tombe pour ainsi dire jamais d'eau, notamment le *F. Jolyi*, que nous avons observé dans les immensités pour ainsi dire abiotiques du Tanezrouft. En hiver, la rosée qui vient humecter le sable est suffisante pour faire germer les graines. La jeune plante est couverte de poils glanduleux qui retiennent la rosée. La plante est une éphémère. Au bout de deux ou trois semaines, elle forme une petite touffe épineuse d'un vert gris, saupoudrée de petites fleurs violettes. Celles-ci produisent hâtivement des fruits et des graines et la plante se dessèche après quelques semaines. Le vent se charge de disséminer les graines à la surface de l'erg et du reg.

Au cours de notre traversée du Sahara, en janvier et en mars 1931, nous avons vu d'immenses prairies de *F. Jolyi*, aux abords de l'Adrar des Iforas et de l'Aïr. Ces prairies n'étaient du reste qu'une illusion causée par le mirage très fréquent dans ces contrées. En réalité, les touffes de *Fagonia* sont éloignées souvent de 50 mètres à 100 ou 200 mètres les unes des autres, mais à distance, sous l'influence du mirage, on croit voir une prairie ininterrompue.

Les Fagonias sont sans utilité ; les herbivores des déserts ne les broutent que quand ils n'ont pas d'autre nourriture.



Trois années après la création du genre *Fagonia*, Charles PLUMIER, voulant aussi témoigner sa reconnaissance à FAGON, donna le nom de *Guidonia* à un nouveau genre de plantes de l'Amérique tropicale, dans lequel il fait rentrer cinq espèces (*Nova Plantarum americanum Genera*, Paris, 1703, p. 4 et fig. 24).

La description est suivie de cet épigraphe :

« *Illustrissimus D. Guido Crescentius Fagon, Regi a sanctioribus consiliis, Archiatrorum Comes, Guidonis Brossai, Medici et Botanici Regii amplissimi, Horti Regii Parisiensis amplificatoris, primique Præfecti, nepos; in Horto Regio Parisiensi ceu ex Chirone in Parnasso natus futuræ excellentiæ certa præfagia. Poeseos namque Medicinæ atque Botanices gloria nulli sane secundus. Cui non favor sed vertus præstitit, ut ex millibus Medicis solum sibi elegerit Medicum Ludovicus Magnus.* »

Une page plus loin, dans le même ouvrage, PLUMIER décrit le genre *Brossæa* dédié à Guy DE LA BROSSE.

« *Clarissimus D. Guido Brossæus (Guy de la Brosse) Medicus Regis ordinarius, de re herbaria et medica optime meritus, primus Horti Regii Parisiensis præfectus, qui Hortum vere Regium extrui et plantis undique conquisitis ornari curavit. Doctissimum tractatum edidit Gallice de natura, virtutibus et utilitate plantarum; opus sane doctissimum et utilissimum.* »

Le genre *Guidonia* ne fut pas maintenu par LINNÉ dans son *Genera Plantarum*. PLUMIER y avait fait rentrer des espèces appartenant à des groupes divers. Trois espèces (sur cinq) appartiennent au genre *Casearia* Jacquin (1760), groupement très important dans lequel on connaît aujourd'hui plus de 150 espèces vivant dans toutes les régions chaudes de l'Ancien et du Nouveau Monde. Il est aussi synonyme des noms *Piparea* et *Iroucana* Aublet (1775).

ADANSON, en 1764, rétablit le genre *Guidonia*, synonyme de *Casearia*, mais, en raison

des règles actuelles de la nomenclature, *Guidonia* n'a pas prévalu. On conserve seulement une section *Guidonia* DC. dans le genre *Casearia*. Suivant ADANSON, le *Guidonia juglandifolia* Plumier (Sc. 147, f. 2) serait synonyme de *Mahagoni* Coteb. Ce serait donc l'arbre que nous nommons aujourd'hui *Swietenia Mahagoni* L. L'appellation de *Guidonia*, dans ce cas, n'a donc pu être conservée.

ADANSON distingue un troisième *Guidonia* créé par P. BROWN [*Hist. Jamaïque* (1756), p. 249], nom qui ne peut davantage être conservé. Il en fait le genre *Mesterna* Adanson Fam. 1 448, qui nous paraît synonyme de *Lætia* Lœfling It. Hisp. (1759), 249. Dans ce genre, voisin des *Casearia* et qui comprend dix espèces, on fait rentrer une espèce de la Jamaïque, *Lætia Guidonia* Swartz, binôme qui reste dans la littérature botanique et qui perpétue aussi le nom de Guy FAGON.



Enfin LINNÉ, en 1735, tint aussi à dédier un genre à FAGON. Il créa le genre *Crescentia*, qu'il substitue au nom de *Cuiete* Marcgrave, appellation maintenue par PLUMIER, mais que LINNÉ trouvait sans doute peu euphonique. On sait avec quel mépris de la priorité LINNÉ débaptisa un nombre considérable de genres de plantes qui avaient été créés bien des années avant lui par TOURNEFORT, PLUMIER et d'autres savants. ADANSON essaya, en 1764, de réagir contre ces injustices en rétablissant les noms de genre qui avaient la priorité, et notamment le genre *Cuiete*, mais cette manière de voir n'a pas été admise par les Congrès internationaux de botanique, qui ne font pas remonter la priorité des genres au delà de 1735 et consacrent l'injustice de LINNÉ.

Le genre *Crescentia* L. a donc été maintenu. Il appartient à la famille des Bignoniacées. Tous les colons des pays tropicaux connaissent le *Crescentia Cujete* L. ou *Calebassier*, originaire des Antilles, mais que l'on a introduit dans un grand nombre de pays chauds.

Le genre *Crescentia* L. est l'un des plus intéressants de la famille des Bignoniacées. Il est représenté actuellement par une quinzaine d'espèces confinées dans l'Amérique tropicale, et plus particulièrement dans la partie centrale et dans les Antilles. Ce sont ordinairement de petits arbres, vivant dans la forêt hygrophile ou dans les savanes, remarquables par leurs fruits très gros, globuleux ou oblongs, à péricarpe indéhiscent, très dur, rappelant par leur forme de petites Courges. En sectionnant ce péricarpe, on obtient une sorte d'écuelle utilisée par les Indiens. C'est la raison pour laquelle les premiers colons des Antilles et de la Guyane appelèrent l'espèce la plus répandue *C. Cujete* L. le *Calebassier*.

Avec la pulpe intérieure qui entoure les graines, on fabrique aux Antilles le *sirop de calebasse*, laxatif pectoral et apéritif. Le Cujete est cultivé aujourd'hui dans les jardins d'un grand nombre de pays tropicaux. Une seconde espèce, le *C. cucurbitina* L. = *C. toxicaria* Tussac a la pulpe amère et très vénéneuse.

Quant au *C. edulis* Desv., on l'a détaché du genre *Crescentia* L. pour en faire un genre à part, le *Parmentiera edulis*.

Toutes les espèces de *Crescentia* donnent en outre des bois faciles à travailler et susceptibles d'être employés en ébénisterie.

En résumé, le genre dédié à Crescent FAGON (1) par LINNÉ renferme des espèces d'un grand intérêt pratique, et nulle chose n'eût été plus agréable à FAGON, qui ne comprenait la botanique que par ses applications.

FAGON eut donc le privilège d'avoir ses trois noms employés tour à tour pour désigner trois genres différents de plantes. C'est probablement un fait unique dans l'histoire des sciences.

Divers collaborateurs du Jardin du Roi, et la plupart des botanistes et voyageurs contemporains et protégés de FAGON, eurent aussi leurs noms attachés à des genres nouveaux de plantes, et la plupart de ces noms génériques sont encore conservés, mais chaque savant n'eut qu'un genre pour rappeler sa personnalité.

A Guy DE LA BROSSE, PLUMIER dédia, nous l'avons vu, le genre *Brossæa*, admis quelque temps par LINNÉ, mais devenu synonyme de *Gaultheria* Kalm. et L. Cette substitution est contraire aux lois de priorité ; aussi, en 1911, Otto KUNTZE a rétabli le genre sous le nom de *Brossea* O. Kze. Tous les prédécesseurs de FAGON, tant à la charge d'archiatre qu'à celle d'intendant du Jardin Royal, ont eu aussi des dédicaces de nouveaux genres de plantes. Citons les genres *Bouvardia* Salisb., *Robinia* L., *Joncquetia* Schreb., *Morina* Tournef. *ex* L., *Valota* Adanson, *Colbertia* Salisb.

Les grands voyageurs naturalistes SURIAN et BEGON, qui avaient précédé le Père PLUMIER aux Antilles, ont eu la dédicace des genres *Suriana* Dombey et *Begonia* Plumier.

Presque tous les botanistes qui vécurent à l'époque de FAGON et dans son entourage ont eu aussi leur nom attribué à des plantes. PLUMIER a dédié à TOURNEFORT le genre *Pittonia*, nom auquel LINNÉ, sans raison valable, a substitué celui de *Tournefortia*. En revanche, TOURNEFORT a créé le genre *Plumiera*, devenu *Plumeria* L. LINNÉ a créé les genres : *Feuillea* L. (devenu par la suite *Fevilla* L.), *Lippia* L., *Jussiæa* L. TOURNEFORT a créé le genre *Valentia* (que LINNÉ a remplacé par *Vaillantia*). A. DANTY D'ISNARD on a dédié le genre *Dantia* Petit, remplacé plus tard par celui d'*Isnardia* L. Le peintre-dessinateur AUBRIET a eu le genre *Aubrietia* Adanson. Le propagateur du Caféier en Amérique, Gabriel DE CLIEU, à qui FAGON et Ant. DE JUSSIEU confièrent des plants du précieux végétal, a eu aussi son nom attaché à une Rubiacée voisine du genre *Coffea*. On lui a dédié le genre *Desclieuxia* H. B. K.

Enfin à l'abbé BIGNON, contemporain de FAGON, président de l'Académie des Sciences au début du XVIII[e] siècle et qui s'intéressait aussi à l'acclimatation des plantes utiles aux Antilles, TOURNEFORT dédia le genre *Bignonia* maintenu par LINNÉ et qui a servi à nommer la famille des Bignoniacées, l'une des plus importantes des régions tropicales.

Comme on le voit, si FAGON et ses disciples ont fait beaucoup pour la Botanique, la Botanique n'a pas été ingrate à leur égard, puisque, si l'on se range à l'opinion de RÉAUMUR, elle leur a conféré l'immortalité.

Le siècle de Louis XIV fut un grand siècle, non seulement pour la littérature et les arts, mais ce fut aussi, grâce à FAGON, une période très glorieuse pour la Botanique française.

(1) Le nom de Crescent ne figure pas sur l'acte de baptême de FAGON. Il ne lui fut donné que par la suite.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

BERTRAND (LOUIS), Louis XIV, vol. in-12. Édit. Fayard, 1925.

BONNET (Dr), Lettres de Tournefort à Fagon (*Journal de Botanique*, t. V, 1891, p. 372, 393, 420).

BULTINGAIRE (L.), Un vrai ou un faux portrait de Fagon (*La Terre et la Vie*, 2e année, 1932, p. 212-218).

CAP (P.-A.), Le Muséum d'Histoire naturelle. Curmer, 1854.

CHEVALIER (AUG.), L'Agronomie coloniale et le Muséum national d'Histoire naturelle (*Rev. Bot. appl. et Agr. trop.*, t. X, 1930, p. 425-552).

CHEVALIER (AUG.), Michel Adanson, naturaliste, voyageur, philosophe. Vol. in-12, 172 pages. Libr. Larose, 1934, Paris.

CORLIEU (Dr A.), Guy-Crescent Fagon (*France médicale*, 1901, et broch. in-8, 23 pages).

DELEUZE, Histoire descriptive du Muséum, 2 vol. in-8, Paris, Royer 1823.

FAGON, Journal de la santé du roi Louis XIV, publié par J.-L. LE ROI, Paris, Durand, 1862.

FONTENELLE, Éloge de M. Fagon (*Histoire Acad. royale des Sc.*, année 1718 (publié en 1719), p. 94-101.

FRÈRE (HENRI), Notes sur Fagon, premier médecin de Louis XIV.

GROZIEUX DE LAGUERENNE (Dr JEAN), Guy-Crescent Fagon, archiatre de Louis XIV, surintendant du Jardin Royal des Plantes, 1638-1718, Paris, gr. in-8, 1930, 145 pages (*Thèse Faculté Médecine de Paris*). Bibliographie. assez complète.

HAMY (E.-T.), La famille de Guy de La Brosse (*Bull. Muséum Hist. nat.*, t. VI, 1900).

HÉLOT (Dr PAUL). [*Ouvrage sur Fagon en préparation.*]

JAL (A.), Dictionnaire critique de Biographie et d'Histoire. Errata et supplément pour tous les Dictionnaires historiques, 2e éd., in-8o, Paris, 1872. Voir articles *Fagon* et *Guy de la Brosse.*

JUSSIEU (ANTOINE DE), Éloge de M. Fagon avec l'Histoire du Jardin Royal. Broch. in-8, Paris, 1718.

— Discours sur le progrès de la Botanique au Jardin Royal. Broch. in-8, Paris, 1718.

JUSSIEU (ANTOINE-LAURENT DE), Notice historique sur le Muséum d'Histoire naturelle, Paris, 1802, et Seconde Notice historique (*Ann. du Muséum*, t. II, p. 13).

MICHAUD. Bibliographie universelle. Article *Fagon.*

NOIR (Dr J.), Guy-Crescent Fagon, archiatre et surintendant du Jardin du Roi (*Concours médical*, 30 mars 1924 et broch. in-8, 12 pages, Paris).

PLANCHON (G.), Le Jardin des Apothicaires de Paris (*Journal pharmacie et chimie*, 1893-1895) et vol. in-8 132 pages, Paris, 1895.

SINGER (Dr CHARLES) (Traduction du Dr F. GIDON), Histoire de la Biologie. Vol. in-8, Paris, Payot, 1934.

THIERRY, Guide des amateurs et des étrangers voyageurs à Paris. Paris, 1787.

TORLAIS (Dr JEAN), Histoire des sciences. Réaumur et sa Société. Broch. in-8, 48 pages, Bordeaux, 1933.

L'Art au Jardin des Plantes

Monsieur LÉON BULTINGAIRE
Bibliothécaire en chef.



VAN SPAENDONCK

P.-J. REDOUTÉ

BARY

L'Art au Jardin des Plantes

Par LÉON BULTINGAIRE
Bibliothécaire en chef du Muséum.

Si les mathématiciens et, d'une façon générale, les savants qui se meuvent dans l'abstraction ont le droit de dédaigner l'art de reproduire les formes et les couleurs, il n'en saurait être de même de ceux qui se consacrent à l'étude des sciences naturelles. Quelle que soit, par exemple, l'exactitude des diagnoses chez un botaniste, l'esquisse même sommaire d'une plante nouvellement découverte reste encore le meilleur moyen d'en faire saisir complètement l'aspect. C'est même à cause de cette aide précieuse qu'il apporte à leurs travaux que le dessin, au moins dans ses éléments les plus simples, a toujours fait partie du bagage des naturalistes.

Remarquons d'ailleurs que, si grande que soient l'ardeur et l'exclusivité de la passion scientifique chez un naturaliste, il arrive toujours un moment où il se laisse séduire par l'aspect esthétique des objets qu'il étudie. Botanistes, zoologistes ou géologues, abandonnant les préoccupations de la systématique, se laissent prendre à la griserie des couleurs, à l'attrait des formes et à la magnificence des spectacles qui se déroulent devant leurs yeux.

Les jardins botaniques, bien que n'étant que des créations artificielles, ont toujours été fréquentés non seulement par ceux qui s'appliquent à reconnaître les caractères distinctifs des plantes, mais aussi par ceux dont l'unique souci est d'en apprécier la beauté. Celui de Paris n'a pas échappé à cette règle, et nous savons que, dès l'époque de sa fondation, il était le rendez-vous, en même temps que des doctes collectionneurs de fleurs, des artistes et même des simples gens de métier qui venaient y chercher une inspiration ou des modèles pour donner un attrait de plus aux objets qu'ils fabriquaient.

En réalité, l'art proprement dit ne fait son apparition officielle au Jardin des Plantes qu'en 1666, lorsqu'une décision royale, inspirée par COLBERT, installe, à côté des démonstrateurs d'anatomie, de botanique et de chimie, le peintre miniaturiste. Nicolas ROBERT qui, le premier, reçut le titre de « peintre ordinaire du Roi pour la miniature », avait longtemps travaillé au château de Blois, où il était chargé par Gaston D'ORLÉANS de peindre, sur des

feuilles de vélin, toutes de même dimension, soit les plus belles fleurs de ses parterres, soit, mais en plus petit nombre, les Oiseaux de ses volières. La collection, à la mort du prince, survenue en 1660, se composait déjà de plusieurs centaines de pièces, et elle échut, avec d'autres richesses d'art, au roi Louis XIV. C'était pour que cette collection fût continuée dans les mêmes conditions que COLBERT avait fait donner à Nicolas ROBERT un brevet de peintre qui l'attachait au service du monarque. On pouvait croire que la fonction disparaîtrait avec celui pour lequel elle avait été créée, mais il n'en fut rien, et cette fonction, qui était une véritable charge, se maintint jusqu'aux premières années de la Révolution. Soit, en effet, que nous parcourions les *Comptes des bâtiments du Roi à l'époque de Louis XIV*, soit que nous feuilletions les années successives de l'*Almanach royal,* partout nous voyons figurer, à la suite du nom de l'intendant, des professeurs, des démonstrateurs et des autres fonctionnaires du Jardin, celui du peintre en exercice. Cette fondation de COLBERT n'est pas seulement importante parce qu'elle a rendu possible le développement d'une de ces vastes collections d'art qui forment le patrimoine le plus précieux d'un pays, mais aussi parce qu'elle a imposé à un établissement de caractère nettement scientifique le souci constant de l'art. Le résultat de cette fondation fut qu'il y eut toujours au Jardin, à côté des savants adonnés à l'étude scientifique des productions de la nature, un artiste dont la fonction consistait à s'inspirer de cette même nature pour composer des images dignes de donner satisfaction aux gens de goût. Il arrivera même cette chose assez curieuse que, tandis que certaines théories établies par les savants vieilliront ou seront infirmées par les découvertes de leurs successeurs, l'œuvre des peintres gardera toute sa valeur. Nous en trouvons la preuve en examinant sur les vélins les grattages successifs qui ont eu pour but de substituer aux nomenclatures et aux divisions de genres établies avec tant de peine par les vieux botanistes des désignations fondées sur des doctrines nouvelles. Seule continue à briller dans sa splendeur indiscutée l'image de la plante que le peintre a su poser avec grâce, en lui donnant pour toujours les teintes éclatantes que lui valait une floraison éphémère.

Nous ne répéterons pas ici ce qui a été exposé ailleurs en détail (1) sur les débuts de la Collection des Vélins, sur son transport de Blois à Paris et sur son histoire pendant deux siècles et demi. Qu'il nous suffise de dire que, depuis 1666, date de l'entrée de Nicolas ROBERT au Jardin, jusqu'au début de la Révolution, les peintres, quoique s'étant succédé sans interruption, n'ont été qu'au nombre de cinq. Nicolas ROBERT, Jean JOUBERT, Claude AUBRIET, Madeleine BASSEPORTE et Gérard VAN SPAENDONCK furent les seuls qui purent prétendre au titre de peintre ordinaire du Roi pour la miniature, et les seuls aussi qui eurent le droit, qu'ils n'exercèrent pas d'ailleurs régulièrement, de signer les vélins de leur nom.

Fonctionnaires placés sous l'autorité du surintendant ou de l'intendant, ces peintres n'étaient pas libres de choisir les sujets d'après leur fantaisie, ni de les traiter à leur convenance. On leur indiquait parmi les fleurs celles dont on désirait particulièrement garder

(1) L'origine de la Collection des Vélins du Muséum et ses premiers peintres, par L. BULTINGAIRE (*Archives du Muséum*, 6e série, t. I, 1926, p. 129-144) ; Les Peintres du Jardin du Roy au XVIIIe siècle, par le même (*Archives du Muséum*, 6e série, t. III, 1928, p. 19-36) ; Les Peintres du Muséum à l'époque de Lamarck, par le même (*Archives du Muséum*, 6e série, t. VI, 1930 p. 49-58).



Source : MNHN, Paris

l'image, soit à cause de leur brillant éclat, soit à cause de leur rareté. C'est ainsi que, lorsque fleurit pour la première fois en France le plant de Caféier provenant de Batavia, qui avait été donné à Louis XIV en 1714 par le bourgmestre d'Amsterdam, l'Administration du Jardin s'empressa de demander à Claude AUBRIET d'en établir une image bien exacte. En dehors de cela, les peintres continuaient l'exécution d'un plan méthodique destiné à faire de la Collection des Vélins un exposé complet de la flore connue. Ils étaient tenus, en outre, de se laisser guider par les démonstrateurs de botanique du Jardin qui leur indiquaient les détails qu'il ne fallait pas omettre pour que leurs aquarelles pussent servir à l'instruction et aux études des botanistes. Il arrivait même parfois qu'on leur demandât de représenter un animal curieux, un détail anatomique ou même une simple curiosité de cabinet, et cela explique la médiocrité de certaines exécutions auxquelles ils étaient mal préparés et qui détonent dans la collection. Nous ne les mentionnons ici que pour faire comprendre la nature de la fonction des peintres et expliquer la variété des sujets représentés.

L'organisation nouvelle qui se substitua en 1793 au Jardin du Roi, le Muséum national d'Histoire naturelle, loin d'entraver le développement de l'œuvre entreprise par COLBERT, lui insuffla, au contraire, une vie nouvelle. Pour la peinture des fleurs, cependant, il n'y eut rien de changé. Pierre-Joseph REDOUTÉ, qui connaissait le travail pour l'avoir exécuté sous les ordres de Gérard VAN SPAENDONCK, au temps des peintres du Roi, était l'homme désigné pour continuer la tradition. Celui qu'on a surnommé le Raphaël des fleurs ne devait pas cesser, pendant près d'un demi-siècle, d'entasser merveilles sur merveilles. Là, au contraire, où l'Administration du Muséum apporta d'heureuses innovations, ce fut dans la peinture des animaux. L'ancien Jardin du Roi, qui ne possédait pas de ménagerie et où l'enseignement de ce qu'on a appelé depuis lors la zoologie n'existait pas encore, ne connaissait pas le peintre animalier, et on en était réduit, en cas de besoin, comme nous l'avons dit, à recourir aux peintres de fleurs. Le premier souci des administrateurs fut de trouver des peintres qui s'étaient spécialisés et distingués dans l'art de peindre les animaux. Considérant même la différence d'aptitudes nécessaires pour bien représenter des êtres aussi différents l'un de l'autre que peuvent l'être ceux des différentes classes établies par les zoologistes, on fit place en même temps à plusieurs d'entre eux, en tenant compte de l'opportunité qu'il y avait à en affecter un à chacune des trois chaires de zoologie. Sous la surveillance d'Etienne GEOFFROY SAINT-HILAIRE, MARÉCHAL, puis après lui DE WAILLY et WERNER, firent entrer dans la collection des vélins les animaux du désert, les grands fauves de la brousse et de la jungle, les Pachydermes et les Ruminants. A Henri-Joseph REDOUTÉ, frère du peintre de fleurs, étaient réservés les Reptiles monstrueux et les Poissons de la mer et des fleuves que LACÉPÈDE étudiait au point de vue scientifique. Pour la chaire des Invertébrés de LAMARCK, il fallait un troisième peintre, et on eut la chance de le trouver dans Nicolas HUET, dont le talent si souple se prêtait tout particulièrement à l'extrême variété de ses modèles. Plus tard, il y eut même des spécialistes pour les Insectes, comme OUDINOT et BLANCHARD ; des spécialistes aussi pour les Coquillages, comme PRÊTRE, le plus fécond d'entre eux, et c'est ainsi que la Collection put atteindre et dépasser le chiffre de six mille pièces.

Après une assez longue période de prospérité, la peinture des vélins subit cependant la

destinée de toutes choses humaines, qui est de péricliter puis de disparaître. Peu à peu, les règlements qui obligeaient les peintres attitrés à fournir chaque année un nombre déterminé de vélins cessèrent d'être appliqués strictement ; les crédits affectés à ce genre de travaux se firent de plus en plus parcimonieux, et un moment arriva où il ne s'inscrivit plus aucun nom sur le registre que tenait le bibliothécaire du Muséum. Il semble bien que la dernière œuvre exécutée par les peintres animaliers fut le *Crocodilus cataphractus*, peint par JUILLERAT en 1897, tandis que MILLOT, dernier peintre de fleurs, continua jusqu'en 1905 ses livraisons de plus en plus espacées.

On doit faire observer que l'intérêt documentaire fourni par les vélins était bien diminué depuis que l'invention de la photographie et ses perfectionnements incessants permettaient d'obtenir, pour un prix bien inférieur, des documents en bien plus grand nombre. C'est là certainement la véritable raison pour laquelle les naturalistes du Muséum semblent, à partir d'un certain moment, se désintéresser des progrès de la collection. Nous pouvons dire aussi à leur décharge que ceux qui avaient jeté les plans d'une collection où toutes les espèces animales et végétales se trouveraient représentées n'avaient pas prévu le développement de l'étude des sciences naturelles au XIX[e] siècle, ni les moissons innombrables que rapporteraient les expéditions scientifiques de plus en plus nombreuses et de mieux en mieux pourvues de moyens matériels, ni surtout la multiplication sans limites des espèces nouvellement découvertes.

Ce qui ne disparut pas, en tout cas, en même temps que l'institution officielle des peintres, ce fut l'enseignement de la peinture et la compréhension du rôle qu'elle tient dans l'étude des sciences naturelles. Cet enseignement, quoique donné sous des formes différentes, selon les époques et selon les circonstances, existe depuis l'origine de l'établissement.

Comme tous ceux auxquels une situation officielle et une certaine stabilité dans la fonction permettent de se poser en maîtres, nos peintres vécurent généralement entourés d'élèves, dont la présence dans le Jardin soulignait la place qu'on y accordait à l'art.

Nous connaissons l'importance de l'œuvre accomplie par Nicolas ROBERT. On lui doit non seulement des centaines de vélins, dont aucun ne porte la trace de la moindre négligence, mais aussi une grande partie des planches de l'*Histoire des plantes* publiée par l'Académie des Sciences et qui forment aujourd'hui encore un des fonds les plus importants de la chalcographie du Louvre. Nicolas ROBERT était, en outre, sollicité par les éditeurs, qui lui demandaient, en particulier, des albums de fleurs qui servaient de modèles aux gens de métier. Pour mener à bien tous ces travaux, il était indispensable qu'il fût aidé par des collaborateurs. Nous connaissons par leurs noms ceux qui travaillèrent sous ses ordres pour donner satisfaction à COLBERT, qui avait exprimé le désir de posséder une collection de vélins copiée sur celle du Roi. Par suite de circonstances que nous avons exposées dans un autre travail (1), ces vélins de COLBERT se trouvent aujourd'hui conservés à la Bibliothèque Nationale de Vienne. Quant aux quittances signées par les peintres qui avaient exécuté les copies, elles se trouvent au département des manuscrits de la Bibliothèque Nationale de

(1) Les Vélins de Colbert à la Bibliothèque Nationale de Vienne, par L. BULTINGAIRE (*Bull. Mus.*, 2[e] série, t. II, 1930, p. 592-600 ; t. III, 1931, p. 70-75).

Paris, et nous pouvons voir que les noms de ces copistes, qui, à l'occasion, se proclament élèves de Nicolas ROBERT, étaient LE ROY, VILLEMONT et BAILLY.

Madeleine BASSEPORTE, la seule de son sexe qui ait disputé aux hommes le titre de peintre du Roi, s'entourait elle aussi d'élèves, auxquels elle donnait un enseignement d'un genre particulier. Femme de tête autant que femme de cœur, elle avait entrepris, après s'être elle-même émancipée en devenant fonctionnaire du Roi, de donner à quelques-unes de ses sœurs le moyen de suivre la même voie. Elle choisissait à dessein ses élèves parmi les jeunes filles sans fortune et ne leur enseignait que ce qui pouvait leur être utile pour gagner leur vie dans les industries d'art. Une de ces élèves, Mlle BIHÉRON, parvint à une sorte de célébrité, en cultivant un genre assez peu pratiqué à cette époque, celui des anatomies en cire. Son succès fut assez grand pour que la Faculté de médecine s'en inquiétât et lui interdît de joindre au Cabinet de moulages en cire qu'elle avait constitué un cours d'anatomie. Elle eut, du moins, la satisfaction de vendre ce cabinet à l'impératrice Catherine II de Russie, qui le fit transporter à Saint-Pétersbourg.

Il devait appartenir à la nouvelle organisation connue sous le nom de Muséum national d'Histoire naturelle de donner une existence légale à l'enseignement des beaux-arts. Sur les douze chaires établies pour répandre la connaissance des sciences de la nature, une était consacrée à l'iconographie, et celui qui en était chargé n'était autre que le citoyen Gérard VAN SPAENDONCK, l'ancien peintre du Roi. Par application du principe d'égalité qui substituait à l'ancien intendant douze professeurs administrateurs égaux en droit, le professeur d'iconographie se voyait chargé, au même titre que ses collègues, de l'administration générale de l'établissement. Le prestige ainsi donné à la fonction ne fut certainement pas étranger au succès dont a joui cet enseignement au temps de VAN SPAENDONCK. Celui-ci ne se borna pas à former des peintres de fleurs, dont le plus connu est Pierre BESSA. Il s'attacha aussi à instruire des peintres d'animaux comme OUDART, ou encore comme BLANCHARD, spécialiste des Insectes. Deux de ses élèves, LESOURD-BEAUREGARD et CHAZAL, devaient même, sous un autre titre, continuer son enseignement. C'est à cet enseignement que se sont formés non seulement ceux qui obtinrent plus tard le titre de peintre du Muséum, mais aussi un certain nombre de ceux qui accompagnèrent les naturalistes dans les expéditions scientifiques et d'autres encore qui ne sont connus que pour avoir participé à l'illustration des livres d'histoire naturelle.

Quoique l'existence d'une chaire d'iconographie fût amplement justifiée, lorsque VAN SPAENDONCK mourut en 1822, ses collègues, revenus de la chimère égalitaire, ne jugèrent pas à propos de maintenir à cet enseignement une place aussi importante. Une ordonnance du 24 juillet 1822 substitua à la chaire proprement dite deux emplois de maîtres de dessin, dont l'un était chargé des plantes et l'autre des animaux.

En désignant Pierre-Joseph REDOUTÉ et Nicolas HUET pour remplir les deux emplois nouvellement créés, on fit, à n'en pas douter, un choix excellent. Nous avons dit ce qu'était REDOUTÉ, et nul n'ignore la place que le peintre attitré de l'impératrice Joséphine tient dans l'art floral au XIXe siècle. Quant au second peintre, au talent si souple et si varié, c'était bien celui qui convenait à un enseignement qui devait s'appliquer à la reproduction de toutes les classes d'animaux. Après eux, le poste ne manqua pas de tenter des artistes de

haute valeur. Madeleine LEMAIRE a longtemps joui, par ses tableaux de fleurs comme par ses portraits et ses scènes diverses, d'une réputation méritée. Le nom de deux autres maîtres de dessin brillent d'un éclat plus grand encore dans les fastes artistiques du siècle dernier, ce sont ceux de BARYE et de FRÉMIET, tous deux cependant plus connus comme sculpteurs que comme peintres ou dessinateurs. On peut évidemment se demander si des artistes qui brillaient surtout dans la sculpture étaient particulièrement désignés pour enseigner le dessin. Ce qui est incontestable, c'est que ces fonctions, loin d'entraver leur carrière, semblent les avoir désignés pour de plus hautes situations. Le cas de BARYE est particulièrement typique. Quoique depuis longtemps en pleine possession de ses moyens, il était encore, en 1854, mal vu des cercles officiels et peu goûté des jurys d'exposition, qui lui ménageaient parcimonieusement les récompenses. Sa nomination au Muséum commença la réparation d'une grande injustice et l'encouragea à persévérer dans une voie qui devait le conduire au succès définitif.

Depuis 1822, aucune modification n'a été apportée aux statuts qui régissent les maîtres de dessin du Muséum. Aujourd'hui comme hier, continuant une tradition plus que centenaire, ils s'appliquent à former des élèves capables de reproduire avec exactitude et avec goût l'image des plantes et des animaux. Aujourd'hui comme hier, ces cours montrent le lien incontesté qui unit l'art à l'étude des sciences de la nature.

Ce serait toutefois restreindre bien injustement la part du Jardin des Plantes dans le développement des beaux-arts que de ne parler que de ses fonctionnaires attitrés, c'est-à-dire de ses peintres de vélins et de ses maîtres de dessin. De tout temps, l'établissement s'est ouvert largement à tous les artistes qu'attiraient les facilités offertes par ses différentes installations, et cela quelles que fussent leur origine, leur nationalité ou leur conception de l'art. Quand, en 1814, par exemple, le peintre anversois Jean-Baptiste BERRÉ, connu déjà comme peintre animalier, demanda l'autorisation d'installer ses chevalets à la Ménagerie, on s'empressa de lui accorder cette autorisation. On lui concéda même un endroit spécial pour lui permettre d'exposer ses toiles et de les vendre au public. DELACROIX, qui, comme on le sait, n'avait avec le Jardin aucun lien officiel, y était cependant reçu comme s'il avait fait partie de la maison. Il nous dit quelque part sa satisfaction qu'on l'ait prévenu un jour qu'un tigre venait d'être tué à la Ménagerie et qu'on l'ait invité à venir contempler le cadavre encore chaud qui pouvait inspirer un de ses tableaux. Rosa BONHEUR, elle aussi, nous a laissé le souvenir de ses nombreuses visites au Muséum, qu'elle alternait avec des visites dans les cirques ou dans les ménageries foraines. C'est dans un de nos parcs, enfin, que François POMPON a pu observer, dans son attitude hautaine, le Cerf qui lui a servi de modèle. D'innombrables exemples de ce genre pourraient nous être fournis par les biographies d'artistes animaliers comme par celles de peintres de fleurs.

Pour se convaincre que cet état d'esprit subsiste toujours, il suffit de parcourir par une journée ensoleillée les différentes parties de l'établissement, et particulièrement la Ménagerie. Partout ce ne sont qu'artistes traçant des esquisses au crayon, étendant des couleurs sur leur palette, modelant la glaise et s'appliquant, en un mot, à recueillir des impressions sur tout ce qui est exposé chez nous pour les transformer en œuvres d'art de toutes sortes. C'est dans l'intérêt de ces artistes qu'ont été organisées récemment, dans la

Tom: LII. N° 11



Pyrus baccata. (*Lin:*)
Sibérie

Source : MNHN, Paris

grande galerie de Botanique, des expositions d'art floral et d'art animalier qui devaient leur permettre de se faire connaître et apprécier du public.

La Ménagerie possède évidemment des ressources admirables, car comment songer à faire passer dans une œuvre le frisson de la vie si on n'a pas eu l'occasion de voir des modèles en chair et en os. Cependant nos Galeries d'histoire naturelle, bien qu'elles ne renferment que des dépouilles, auxquelles seul un habile artifice donne l'apparence d'êtres animés, fournissent une documentation de premier ordre à ceux qui n'ont besoin de s'informer que de certains détails. C'est surtout l'accumulation dans un espace restreint des échantillons d'un grand nombre d'espèces qui offre un spectacle qu'on ne trouve même pas dans la nature et qui donne une idée grandiose de la richesse de la création. Pour comprendre combien ce spectacle, quoique basé sur une construction artificielle, peut émouvoir une âme d'artiste, il n'est besoin que de lire le récit qu'Eugène DELACROIX a donné d'une promenade qu'il avait faite dans le Cabinet d'histoire naturelle le 19 janvier 1847 : « J'ai été, en entrant dans cette collection, dit-il, saisi d'un sentiment de bonheur. A mesure que j'avançais, ce sentiment s'augmentait ; il me semblait que mon être s'élevait au-dessus des vulgarités ou des petites idées ou des petites inquiétudes du moment. Quelle variété prodigieuse d'animaux et quelle variété d'espèces, de formes, de destination ! A chaque instant, ce qui nous paraît la difformité à côté de ce qui nous semble la grâce... », etc. Les pages de ce récit seraient à citer en entier (1).

Les galeries d'anatomie, les amphithéâtres de dissection offrent à leur tour aux artistes l'occasion si précieuse pour eux d'acquérir la connaissance des organes moteurs et du squelette, connaissance qui figure d'ailleurs au programme des principales écoles de beaux-arts. Ce fut, dit-on, la plus grande satisfaction de BARYE, lorsqu'il eut reçu sa nomination de professeur de dessin au Muséum, de pouvoir pénétrer désormais dans cet établissement à toute heure, d'être admis dans les laboratoires de dissection et de pouvoir s'instruire de tout sans contrôle.

On a sans doute remarqué que nous n'avons parlé jusqu'ici que des peintres de fleurs et des peintres animaliers, comme si des trois règnes de la nature les deux premiers étaient seuls dignes d'intéresser les artistes. Il n'en est rien cependant, et nous pouvons même ajouter que, lorsque fut organisé au Muséum, en 1793, le cours d'iconographie, il avait été bien entendu que ce cours s'appliquerait aux trois règnes. Il avait même été nettement spécifié que les élèves de ce cours devaient être formés à « rendre la forme et la couleur des minéraux ».

Nous ne savons pas si le professeur d'iconographie, Gérard VAN SPAENDONCK, s'est jamais sérieusement occupé à former des peintres de minéraux. Ce que nous savons bien, par contre, c'est que, lorsque la chaire d'iconographie fut supprimée et remplacée par deux emplois de maîtres de dessin, l'un pour les plantes, l'autre pour les animaux, il ne fut nullement question de créer un troisième emploi pour enseigner l'art de peindre les minéraux.

Remarquons que le règlement auquel nous avons fait allusion établissait une sorte

(1) Journal d'Eugène Delacroix. Nouvelle édition publiée d'après le manuscrit original. Avec une introduction et des notes par ANDRÉ JOUBIN, vol. I, p. 163.

de priorité en faveur des sujets doués de vie, puisqu'il spécifiait que les artistes devraient peindre de préférence « les plantes ou les animaux éphémères ou celles de leurs parties qui perdent promptement leur forme et leur couleur (1) ». N'était-ce pas là laisser entendre que la peinture des échantillons du troisième règne ne pourrait jamais présenter un caractère d'urgence ? En fait, nous ne voyons pas que les minéralogistes du Muséum se soient jamais préoccupés de faire servir à leurs études le travail des peintres.

La raison de cette indifférence apparente est facile à comprendre. Contrairement à ce qui se passe pour les plantes ou pour les animaux, l'examen de l'aspect extérieur d'un minéral ne suffit pas pour permettre son identification exacte. Outre la forme géométrique des cristaux, souvent mal interprétée par les artistes, les caractères physiques et chimiques ont une importance de premier ordre, et leur observation ne rentre ni dans le dessin ni dans la peinture. Trop convaincus cependant de la place prépondérante que les minéraux ont toujours tenue dans le domaine de l'art pour négliger d'en instruire le public, les minéralogistes du Muséum ont préféré s'appliquer à multiplier les exemples de leur emploi dans la fabrication des objets d'art. C'est à cette tendance que nous devons l'accumulation, dans la Galerie de minéralogie, d'une quantité telle de choses rares et précieuses que nous n'en trouverions l'égale dans aucune autre partie de l'établissement. L'originalité comme la valeur propre de ces collections méritent que nous entrions à leur sujet dans quelques détails.

Notre collection de gemmes taillées offre, par sa richesse propre comme par la façon méthodique dont elle est présentée au public, un enseignement pour les spécialistes en même temps qu'un spectacle de choix pour les connaisseurs. Elle se divise naturellement en deux parties, qui sont la collection systématique et les collections de pierres ayant une origine commune.

Dans la première partie, les pierres précieuses sont classées par couleur, afin de bien mettre en évidence le fait que cette propriété n'est pas moléculaire et que des gemmes de composition différente peuvent très bien avoir la même coloration. Aux pierres transparentes telles que le diamant, le rubis, l'émeraude, le grenat, la topaze, les tourmalines, succèdent les pierres translucides comme l'opale, le jade, la jadéite. Viennent ensuite les pierres opaques, dont les plus connues sont les turquoises.

On a rapproché intentionnellement de ces pierres naturelles quelques pierres de synthèse, ainsi que des pierres baignées et des imitations. Dédaignant les combinaisons commerciales auxquelles peuvent donner lieu la production des pierres de cette dernière catégorie, la science expose sans passion les résultats acquis et note simplement ce que l'effort humain a réalisé pour imiter dans leur apparence les productions de la nature.

A la suite des précédentes ont été disposées les pierres demi-précieuses qui comprennent des variétés de quartz (agates, sardoine, cornaline, etc.). Puis ce sont les différents minéraux employés plus ou moins couramment dans la joaillerie en raison de leurs teintes séduisantes ou de quelque particularité de structure. Pour terminer enfin, on a exposé de l'ambre, du

(1) Projet de règlements pour le Jardin des Plantes et le Cabinet d'histoire naturelle, titre III, article XII.

jayet et les variétés de carbonate de chaux (aragonite et calcite) d'origine biologique qui constituent les perles, la nacre ou le corail.

On a réuni, d'autre part, dans des vitrines distinctes, des produits ayant la même



origine, comme les pierres précieuses des pegmatites. Là se trouvent les gemmes de Madagascar (béryle, tourmaline, topaze, scapolite, orthose, triphane, cornerupine), et aussi des gemmes du Brésil et de l'Amérique du Nord. Le premier groupe, remarquable par la beauté et la grosseur des pierres qui le composent, montre d'une façon évidente comment une même espèce de gemmes peut présenter les couleurs les plus diverses.

Tous ceux qui s'intéressent aux pierres précieuses savent que le Muséum a reçu, en 1796 d'abord, puis en 1885, une partie des fameux diamants de la Couronne. Une vitrine

spéciale leur a été naturellement affectée, et on y admire, à côté de diamants anciens des Indes, le saphir célèbre de 232 carats et demi, taillé en rhomboïde, qui a appartenu à Louis XIV. A cette collection des diamants de la Couronne se rattachent des objets d'art proprement dits d'une grande valeur, comme des coupes en jade, en agate, en lapis-lazuli, aux montures en cuivre doré et serties de pierres précieuses.

Ce sont aussi des objets d'art que renferme une autre vitrine placée à l'entrée de la galerie, mais ces objets d'art sont en pierres dures de diverses natures. On voit là, en parti culier, des coupes et des cuillères, des plaques sculptées et des bracelets en jadéite, en jade, en tourmaline rose et en calcédoine, dont certains appartiennent à l'art chinois ancien et d'autres à l'art chinois moderne. Plus loin, des coupes en quartz (cristal de roche), en chrysoprase, en agate, en calcédoine, en jaspe de diverses couleurs se rattachant à l'art français et à l'art italien ou allemand des XVII[e], XVIII[e] et XIX[e] siècles. Deux magnifiques coupes en cristal de roche finement sculpté, datant de la Renaissance, méritent d'attirer particulièrement l'attention, et il ne faut pas omettre de mentionner ce curieux bloc de quartz hyalin sur lequel des artistes de la même époque ont gravé une scène de chasse, laissant à de fines aiguilles d'actinote qui le traversent le soin de figurer les arbres de la forêt (Voir figure p. 675, gr. nat.).

Mentionnons aussi qu'à côté de ces vitrines consacrées à des objets particulièrement précieux et rares s'en trouvent d'autres réservées aux pierres taillées dans un but ornemental, telles que la pagodite, la serpentine, la fluorine, le jais et le gypse.

On ne manquera pas, enfin, d'admirer au centre de cette Galerie de minéralogie, tout près de la statue de HAÜY, qui en fut un des maîtres les plus éminents, les trois tables en marqueterie de minéraux qui datent du commencement du XVIII[e] siècle. La plus grande, d'un travail incomparable, est faite de marbre incrusté d'agates diverses et de lapis-lazuli, et elle est supportée par des pieds de bronze ciselé. C'est Louis XV qui en fit don au Jardin du Roi, à la demande de BUFFON, lequel avait bien compris lui-même qu'on ne saurait mieux faire comprendre au public le rôle que jouent les minéraux dans la fabrication des objets d'art qu'en lui mettant devant les yeux des exemples parfaits.

Puisque nous parlons d'art et de minéralogie, ne quittons pas ce sujet sans évoquer le merveilleux spectacle auquel nous convient dans leur galerie les minéralogistes du Muséum qui ont voulu nous démontrer la luminescence de certains minéraux (1). Plongés dans l'obscurité et soumis à la seule influence de radiations ultra-violettes, on a pu voir ces minéraux révéler des couleurs dont l'éclat et le velouté ne sauraient se retrouver sous le pinceau des peintres les plus habiles. Nul spectacle ne permet mieux d'entrevoir les possibilités que les progrès de la minéralogie ouvrent aux réalisations artistiques.

La minéralogie n'est cependant qu'une des sciences comprises sous le nom de sciences géologiques ; il en est deux autres, la géologie proprement dite et la paléontologie, dont l'influence sur les beaux-arts mérite d'être également signalée. Dans la Galerie de géologie, on a voulu donner quelques exemples de cette influence en exposant des toiles marouflées

(1) Voir : Les minéraux luminescents. Conférence donnée par M. ORCEL, sous-directeur du Laboratoire de minéralogie, dans le Grand Amphithéâtre, le 17 novembre 1934. Cette conférence paraîtra dans *Terre et Vie*.

d'un assez bel effet, signées des noms d'A.-F. BIARD, de Ch. RÉMOND et de Sébastien GIRAUD. Elles évoquent quelques-uns de ces spectacles si propres à frapper les imaginations, comme celui des volcans en pleine activité, ou encore des volcans éteints avec l'horreur de leur cratère béant, celui des geysers, des glaciers, des cimes rocheuses ou des vallées profondes remplies par les alluvions. Peu de choses frappent autant nos sens et nous font autant comprendre le rôle modeste que nous jouons dans la création que cette évocation des grandes convulsions terrestres.

Quant aux études paléontologiques et aux spécimens de la flore et de la faune des différentes périodes géologiques étalées avec méthode dans nos galeries, on sait le prestige qu'elles ont toujours exercé non seulement sur les artistes, mais sur les poètes et tous les gens de lettres. C'est en s'appuyant sur les recherches patientes de CUVIER et de ses émules que tant d'œuvres ont pu essayer de faire revivre soit l'aspect de la terre aux première heures de son histoire, soit ces cavernes dans lesquelles nos lointains ancêtres devaient mener une vie assez peu différente, en somme, de celle des animaux de la même époque. Par les fresques de Cormont, par les groupes en bronze, par les bas-reliefs que nous exposons nous-mêmes, nous donnons un exemple suffisant de ce que l'art peut tirer de nos collections paléontologiques (1).

Ce ne sont pas seulement ces œuvres isolées que nous devrions énumérer si nous voulions épuiser la question et montrer la place que tient le culte de la beauté dans les préoccupations des savants du Muséum, mais toutes celles qui sont dispersées dans les différentes parties de l'établissement. Outre que cette énumération pourrait dépasser les limites du cadre qui nous est assigné, elle ferait en partie double emploi avec celle qu'ont donnée les auteurs de la grande collection consacrée aux *Richesses d'art de la France*, à laquelle nous nous contenterons de renvoyer le lecteur (2).

Il ne faudrait pas, d'ailleurs, en parcourant l'établissement, négliger de s'arrêter à la bibliothèque, dont on a pu dire avec raison qu'elle était, autant qu'une bibliothèque scientifique, une véritable bibliothèque d'art, tant est grand le nombre des trésors qu'elle conserve. On n'a pas, en effet, épuisé le sujet quand on a parlé de ses milliers de vélins originaux. Il faut y ajouter toutes les aquarelles, tous les dessins, tous les croquis, œuvres d'innombrables artistes, exécutées dans toutes les parties du monde. Nous avons eu l'occasion de montrer, dans des expositions temporaires, quelques-unes de ces aquarelles originales d'après lesquelles on a établi les gravures d'ouvrages de voyage réputés, comme l'expédition scientifique d'Égypte, les voyages de l'*Astrolabe*, de la *Bonite*, de la *Coquille*, de la *Vénus* et de tant d'autres. Les illustrateurs du livre n'ont pas manqué, de leur côté, de s'attacher à une matière aussi suggestive que l'étude des sciences de la nature et d'offrir leur collaboration aux travaux des savants. Il suffira de citer dans ce domaine les *Oiseaux*, d'AUDUBON ; les *Roses*, de REDOUTÉ, et les *Jades* de la collection BISHOP.

Nous en avons dit assez pour montrer, en même temps que la place tenue par l'art au

(1) C'est intentionnellement que nous laissons de côté ici le Musée du Trocadéro et ses collections ethnographiques, où la part de l'art est si importante qu'elle ne peut être traitée que dans une étude spéciale.

(2) Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Inventaire général des richesses d'art de la France (*Paris, monuments civils*, t. II, Paris, Plon, 1889).

Muséum, le lien étroit qui l'unit à toutes les sciences de la nature et le lustre qu'il jette sur les études des naturalistes. Fidèle à sa mission, qui est de faire connaître au public la nature sous tous ses aspects, le Muséum continuera à ne pas négliger de lui en faire apprécier l'aspect esthétique. Plus que jamais, en effet, il lui appartient de veiller à ce qu'une certaine barbarie scientifique de l'esprit n'étouffe pas la culture vraiment humaine.

TABLE DES MATIÈRES

Le Muséum National d'Histoire naturelle.
Son histoire. — Son état actuel.

Par Monsieur Paul LEMOINE, Directeur.

Chaire de Physique appliquée à l'Histoire naturelle.

Professeur : Monsieur Jean BECQUEREL.

Chaire de Chimie appliquée aux corps organiques.

Professeur : Monsieur R. FOSSE.

Chaire de Minéralogie.

Professeur : Monsieur Alfred LACROIX.

Chaire de Géologie.

Professeur : Monsieur Paul LEMOINE.

Chaire d'Anatomie comparée.

Professeur : Monsieur R. ANTHONY.

Chaire de Paléontologie.

Professeur : Monsieur Marcellin BOULE.

Chaire de Physiologie générale.

Professeur : Monsieur J. TISSOT.

Chaire d'Éthologie.

Professeur : Monsieur Achille URBAIN.

Chaire d'Anatomie comparée végétale.

Chaire de Physique végétale

Chaire de Zoologie.
Vers et Crustacés.

Professeur : Monsieur Charles GRAVIER.

Chaire de Zoologie.
Malacologie.

Professeur : Monsieur Louis JOUBIN.

Chaire de Zoologie.
Entomologie.

Professeur : Monsieur René JEANNEL.

Chaire de Zoologie.
Reptiles, Batraciens et Poissons.

Professeur : Monsieur Louis ROULE.

Chaire de Zoologie.
Mammifères et Oiseaux.

Professeur : Monsieur E. BOURDELLE.

Chaire d'Anthropologie.

Professeur : Monsieur P. RIVET.

Chaire de Botanique.
Cryptogamie.

Professeur : Monsieur Pierre ALLORGE.

Chaire de Botanique.
Phanérogamie.

Professeur : Monsieur H. HUMBERT.

Chaire de Culture.

Professeur : Monsieur A. GUILLAUMIN.

Chaire des Pêches et Productions coloniales d'origine animale.

Professeur : Monsieur A. GRUVEL.

Chaire d'Agronomie coloniale.

Professeur : Monsieur Aug. CHEVALIER.

L'Art au Jardin des Plantes.

Par Monsieur Léon BULTINGAIRE,
Bibliothécaire en chef.

2795-5-35. — CORBEIL. RÉGIE IMP. CRÉTÉ.



Published in France.